

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

OHNISHI, Keizo
et al.

April 20, 2001

BSKB 703.205.8000

0965-0350P

2/2

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2001年 1月 26日

出願番号
Application Number:

特願 2001-018315

出願人
Applicant(s):

三菱重工業株式会社

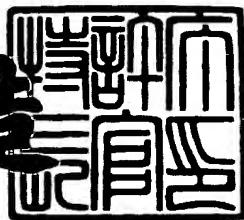
jc997 U.S. PRO
09/838329
04/20/01



2001年 4月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特 2001-3027583

【書類名】 特許願

【整理番号】 200003394

【提出日】 平成13年 1月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 E01F 8/00

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内

【氏名】 大西 慶三

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内

【氏名】 西村 正治

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1号 三菱重工業株式会社 神戸造船所内

【氏名】 寺西 進

【発明者】

【住所又は居所】 兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目8番19号 高菱エンジニアリング株式会社

【氏名】 新井 隆範

【特許出願人】

【識別番号】 000006208

【氏名又は名称】 三菱重工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078499

【弁理士】

【氏名又は名称】 光石 俊郎

【電話番号】 03-3583-7058

【選任した代理人】

【識別番号】 100074480

【弁理士】

【氏名又は名称】 光石 忠敬

【電話番号】 03-3583-7058

【選任した代理人】

【識別番号】 100102945

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 康幸

【電話番号】 03-3583-7058

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-120617

【出願日】 平成12年 4月21日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020318

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9114969

【包括委任状番号】 9501925

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アクティブ減音装置及びこれを有するアクティブ遮音壁

【特許請求の範囲】

【請求項1】 遮音壁の上端面に配設し、到來騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルと、

このアクティブ音響制御セルの減音すべき音源側若しくはこの音源と反対側、又はその両側にアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の単数又は複数の音波の波長の略 $1/4$ の長さの1個又は複数個の音響管とを有することを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項2】 【請求項1】に記載するアクティブ減音装置において、音響管の底部に吸音材を配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略 $1/2$ の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項3】 【請求項1】に記載するアクティブ減音装置において、音響管の内部に多孔板等の音響抵抗体を配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略 $1/2$ の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項4】 【請求項1】に記載するアクティブ減音装置において、音響管の内部に音響レゾネータを配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略 $1/2$ の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項5】 遮音壁の上端面に配設し、到來騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルと、

このアクティブ音響制御セルの減音すべき音源側若しくはこの音源と反対側、又はその両側にアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の周波数での音圧低減のため、その周波数にチューニングした1個又は複数個の音響レゾネータを有することを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項6】 【請求項1】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項7】 【請求項2】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項8】 【請求項3】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項9】 【請求項4】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項10】 【請求項5】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたことを特徴とするアクティブ減音装置。

【請求項11】 【請求項1】乃至【請求項10】に記載する何れか一つのアクティブ減音装置の複数個を、遮音壁の上端面又は上部の側面の長手方向に沿って一列に配列して構成したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項12】 【請求項11】に記載するアクティブ遮音壁において、アクティブ減音装置は、垂直面内を回動可能に遮音壁の上部に取り付けたことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項13】 【請求項11】に記載するアクティブ遮音壁において、アクティブ減音装置の音響管の少なくとも一個は、その底部が遮音壁の上端部の凹部に入り込んだ構造となっていることを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項14】 【請求項11】乃至【請求項13】に記載する何れか一つのアクティブ遮音壁において、

遮音壁は、その上端部が分岐して上方に伸びる複数枚の分岐壁を有しており、何れか二枚の分岐壁間か、又は一枚若しくは複数枚の分岐壁の騒音源側若しくは騒音源と反対側にアクティブ減音装置を配設したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項15】 到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルの複数個を遮音壁の長手方向に配列して形成する列を、隣接する列間で所定距離離して形成することにより、この列を複数列有することを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項16】 【請求項1】乃至【請求項10】に記載する何れか一つのアクティブ減音装置の複数個を遮音壁の長手方向に配列して形成する列を、隣接

する列間で所定距離離して形成することにより、この列を複数列有することを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項17】 [請求項15] 又は [請求項16] に記載するアクティブ遮音壁において、

隣接する列間のアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を調節可能に形成したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項18】 [請求項15] 又は [請求項16] に記載するアクティブ遮音壁において、

アクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置の各列を遮音壁の上端部に回動可能に取り付け、この回動角度を調節することにより、隣接する列間のアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を調節可能に形成したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項19】 [請求項15] 又は [請求項16] に記載するアクティブ遮音壁において、

騒音源側の一列には、騒音源から遮音壁の上端部を経て直進する音波と干渉する音波を発生してこの直進する音波を低減する騒音相殺セルを配設したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項20】 [請求項15] 又は [請求項16] に記載するアクティブ遮音壁において、

騒音源側の一列には、騒音源から遮音壁の上端部を経て直進する音波と干渉する音波を発生してこの直進する音波を低減する騒音相殺セルと上記アクティブ音響制御セルとの機能を兼備する複合騒音相殺セルを配設したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項21】 [請求項19] に記載する騒音相殺セルは、

騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、

騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線に沿い直進する音波と干渉させてこの音波を低減させる音波を発生するスピーカ等の騒音相殺音発生手段と、

騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音相殺音発生手段から発生する騒

音相殺音を発生するための信号を送出する演算手段とを有することを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項22】 [請求項19]に記載する騒音相殺セルは、複数の音響管を組み合わせて形成した干渉形消音装置であることを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項23】 [請求項20]に記載する複合騒音相殺セルは、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、

騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音の相殺音を発生するための信号を送出する一つの演算手段と、

遮音壁の上端部を回折して外部に漏れ出る音波を検出するマイクロフォン等の回折音検出手段と、

回折音検出手段により検出する回折音に基づきこの回折音の相殺音を発生するための信号を送出する他の演算手段と、

一つの演算手段及び他の演算手段が送出する信号を混合する混合手段と、混合手段の出力信号により駆動され、騒音源から直進して遮音壁の外部に至る音波と遮音壁の上端部を回折して外部に至る音波とを両方低減する音波を発生するスピーカ等の音波発生手段とを有するものであることを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項24】 [請求項15]乃至 [請求項23]に記載する何れか一つのアクティブ遮音壁において、

遮音壁は、その上端部が分岐して上方に伸びる複数枚の分岐壁を有しており、この分岐壁のうちの一枚又は複数枚はアクティブ音響制御セル、アクティブ減音装置、騒音相殺セル又は複合騒音相殺セルの何れもが配設されていない分岐壁のみで形成したことを特徴とするアクティブ遮音壁。

【請求項25】 騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、

騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音の相殺音を発生するための信号を送出する一つの演算手段と、

遮音壁の上端部を回折して外部に漏れ出る音波を検出するマイクロフォン等の回折音検出手段と、

回折音検出手段により検出する回折音に基づきこの回折音の相殺音を発生するための信号を送出する他の演算手段と、

一つの演算手段及び他の演算手段が送出する信号を混合する混合手段と、

混合手段の出力信号により駆動され、騒音源から直進して遮音壁の外部に至る音波と遮音壁の上端部を回折して外部に至る音波とを両方低減する音波を発生するスピーカ等の音波発生手段とを有することを特徴とする複合騒音相殺セル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はアクティブ減音装置及びこれを有するアクティブ遮音壁に関し、特に高速道路や一般道路、鉄道等に沿って敷設し、走行車両、列車等が音源となる騒音の遮音を行う場合に適用して有用なものである。

【0002】

【従来の技術】

高速道路や一般道路、鉄道等を走行する車両、列車等が音源となる騒音を行うべく、この種の高速道路等に沿って遮音壁を敷設している。かかる場合の騒音を効果的に遮音すべく、近年、アクティブ音響制御セルが開発された。このアクティブ音響制御セルは、音源からの音をマイクロフォンで検知し、これに基づく電気信号を処理して所定位置での音圧が零となるようにスピーカから音を発生し、音源から遮音壁の外に回折して伝搬する騒音を低減するようにしたものである。すなわち、この種のアクティブ音響制御セルは、道路等に沿って敷設した垂直な壁である遮音壁の上端面に配設するものであり、到來騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的手段により低減するよう制御するものである（例えば、特開平9-119114号公報参照。）。

【0003】

図27は、この種のアクティブ音響制御セルを有するアクティブ遮音壁の一例を概念的に示す説明図である。同図に示すように、当該アクティブ音響制御セル

Aは、垂直な壁である遮音壁Bの上端面にこの遮音壁Bの長手方向に亘って複数個が配設してある。ここで、アクティブ音響制御セルAは、ケーシング1内に、音波発生器であるスピーカ2、増幅器3、表面材4、音波検出器であるマイクロフォン5及び制御回路6を一体に組み込んだ構成となっている。スピーカ2は表面材4に対向して配置しており、スピーカ2で発生した音波が表面材4に入射される。マイクロフォン5は表面材4とスピーカ2との間の位置に設置してある。

【0004】

かくして、スピーカ2はマイクロフォン5が検知する音波に対応する電気信号を出力し、これに基づき制御回路6が所定の演算を行い、このようにして求めた制御信号を増幅器3に送出する。増幅器3は制御信号に応じた駆動信号をスピーカ2に送出する。スピーカ2は駆動信号に応じた音波を発生する。ここで、スピーカ2、増幅器3、マイクロフォン5及び制御回路6の特性に基づく伝達特性Gを、負の無限大あるいはそれ（負の無限大）の近傍になるようにするか、又は-1又は-1の近傍になるようにし、広い周波数にわたり制御する。すなわち、制御回路6は、予め各周波数における伝達特性Gのパターンを記憶しており、マイクロフォン5から送出されてくる電気信号に応じて適宜演算を行い、増幅器3に所定の制御信号を送る。

【0005】

このようにして伝達特性Gを制御しているので、マイクロフォン5に作用する音圧をP、スピーカ2から出力される制御音圧をPcとすると、 $Pc = G \cdot P$ が成立する。この結果、遮音壁Bの上端面を回折して騒音源（例えば車道側）から遮音壁Bの反対側（例えば民家側）へ漏れ出る回折音の音圧を低減することができる。

【0006】

図27は遮音壁Bに沿ってアクティブ音響制御セルAを一列のみ配設した場合であるが、このアクティブ音響制御セルAの列数に特別な制限はない。この場合のアクティブ音響制御セルAの列数は、低減したい騒音のレベル等に応じて適宜定めることができる。アクティブ音響制御セルAを3列配設した従来技術に係るアクティブ遮音壁を図28に示す。同図に示すように、当該アクティブ遮音壁に

においては、3個のアクティブ音響制御セルAが隣接するもの同士、間をあけることなく、遮音壁Bの長手方向と直角な水平方向に並べてある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上述の如き、従来技術に係るアクティブ遮音壁においては、アクティブ音響制御セルの対象とする周波数帯域を広げたり、アクティブ音響制御セルを複数個設けたりする場合には、コストの高騰を招来する。すなわち、低廉なコストで効果的に騒音を低減するには十分でなかった。

【0008】

本願発明は、上記従来技術に鑑み、低廉なコストで合理的に騒音を低減でき、さらに回折音のみならず騒音源から直線的に透過する音も低減することができるアクティブ減音装置及びこれを有するアクティブ遮音壁を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成する本発明の構成は、次の点を特徴とする。

【0010】

1) 遮音壁の上端面に配設し、到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルと、

このアクティブ音響制御セルの減音すべき音源側若しくはこの音源と反対側、又はその両側にアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の単数又は複数の音波の波長の略 $1/4$ の長さの1個又は複数個の音響管とを有すること。

【0011】

2) 上記1)に記載するアクティブ減音装置において、

音響管の底部に吸音材を配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略 $1/2$ の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたこと。

【0012】

3) 上記1)に記載するアクティブ減音装置において、

音響管の内部に多孔板等の音響抵抗体を配設して、この音響管で音圧を低減す

る音波の波長の略1／2の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたこと。

【0013】

4) 上記1)に記載するアクティブ減音装置において、

音響管の内部に音響レゾネータを配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略1／2の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたこと。

【0014】

5) 遮音壁の上端面に配設し、到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルと、

このアクティブ音響制御セルの減音すべき音源側若しくはこの音源と反対側、又はその両側にアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の周波数での音圧低減のため、その周波数にチューニングした1個又は複数個の音響レゾネータを有すること。

【0015】

6) 上記1)に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたこと。

【0016】

7) 上記2)に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたこと。

【0017】

8) 上記3)に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたこと。

【0018】

9) 上記4)に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたこと。

【0019】

10) 上記5)に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたこと。

【0020】

11) 上記1)乃至10)に記載する何れか一つのアクティブ減音装置の複数個を、遮音壁の上端面又は上部の側面の長手方向に沿って一列に配列して構成したこと。

【0021】

12) 上記11)に記載するアクティブ遮音壁において、

アクティブ減音装置は、垂直面内を回動可能に遮音壁の上部に取り付けたこと

【0022】

13) 上記11)に記載するアクティブ遮音壁において、

アクティブ減音装置の音響管の少なくとも一個は、その底部が遮音壁の上端部の凹部に入り込んだ構造となっていること。

【0023】

14) 上記11)乃至13)に記載する何れか一つのアクティブ遮音壁において、

遮音壁は、その上端部が分岐して上方に伸びる複数枚の分岐壁を有しており、何れか二枚の分岐壁間か、又は一枚若しくは複数枚の分岐壁の騒音源側若しくは騒音源と反対側にアクティブ減音装置を配設したこと。

【0024】

15) 到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルの複数個を遮音壁の長手方向に配列して形成する列を、隣接する列間で所定距離離して形成することにより、この列を複数列有すること。

【0025】

16) 上記1)乃至10)に記載する何れか一つのアクティブ減音装置の複数個を遮音壁の長手方向に配列して形成する列を、隣接する列間で所定距離離して形成することにより、この列を複数列有すること。

【0026】

17) 上記15)又は16)に記載するアクティブ遮音壁において、

隣接する列間のアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を調節可能に形成したこと。

【0027】

18) 上記15)又は16)に記載するアクティブ遮音壁において、

アクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置の各列を遮音壁の上端部に回動可能に取り付け、この回動角度を調節することにより、隣接する列間のアクテ

イブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を調節可能に形成したこと。

【0028】

19) 上記15)又は16)に記載するアクティブ遮音壁において、騒音源側の一列には、騒音源から遮音壁の上端部を経て直進する音波と干渉する音波を発生してこの直進する音波を低減する騒音相殺セルを配設したこと。

【0029】

20) 上記15)又は16)に記載するアクティブ遮音壁において、騒音源側の一列には、騒音源から遮音壁の上端部を経て直進する音波と干渉する音波を発生してこの直進する音波を低減する騒音相殺セルと上記アクティブ音響制御セルとの機能を兼備する複合騒音相殺セルを配設したこと。

【0030】

21) 上記19)に記載する騒音相殺セルは、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、

騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線に沿い直進する音波と干渉させてこの音波を低減させる音波を発生するスピーカ等の騒音相殺音発生手段と、

騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音相殺音発生手段から発生する騒音相殺音を発生するための信号を送出する演算手段とを有すること。

【0031】

22) 上記19)に記載する騒音相殺セルは、複数の音響管を組み合わせて形成した干渉形消音装置であること。

【0032】

23) 上記20)に記載する複合騒音相殺セルは、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、

騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音の相殺音を発生するための信号を送出する一つの演算手段と、

遮音壁の上端部を回折して外部に漏れ出る音波を検出するマイクロフォン等の

回折音検出手段と、

回折音検出手段により検出する回折音に基づきこの回折音の相殺音を発生するための信号を送出する他の演算手段と、

一つの演算手段及び他の演算手段が送出する信号を混合する混合手段と、

混合手段の出力信号により駆動され、騒音源から直進して遮音壁の外部に至る音波と遮音壁の上端部を回折して外部に至る音波とを両方低減する音波を発生するスピーカ等の音波発生手段とを有すること。

【0033】

24) 上記15)乃至23)に記載する何れか一つのアクティブ遮音壁において、

遮音壁は、その上端部が分岐して上方に伸びる複数枚の分岐壁を有しており、この分岐壁のうちの一枚又は複数枚はアクティブ音響制御セル、アクティブ減音装置、騒音相殺セル又は複合騒音相殺セルの何れもが配設されていない分岐壁のみで形成したこと。

【0034】

25) 騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、

騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音の相殺音を発生するための信号を送出する一つの演算手段と、

遮音壁の上端部を回折して外部に漏れ出る音波を検出するマイクロフォン等の回折音検出手段と、

回折音検出手段により検出する回折音に基づきこの回折音の相殺音を発生するための信号を送出する他の演算手段と、

一つの演算手段及び他の演算手段が送出する信号を混合する混合手段と、

混合手段の出力信号により駆動され、騒音源から直進して遮音壁の外部に至る音波と遮音壁の上端部を回折して外部に至る音波とを両方低減する音波を発生するスピーカ等の音波発生手段とを有すること。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。なお、各図中、同一部分には同一番号を付し、重複する説明は省略する。

【0036】

<第1の実施の形態>

図1は本発明の第1の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図で、(a)は音響管が一個の場合、(b)は音響管が2個の場合をそれぞれ示している。両図に示すように、アクティブ音響制御セルA1は図27に示すアクティブ音響制御セルAと同様の構成及び機能を有する。すなわち、到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的により低減するものである。本形態におけるアクティブ音響制御セルA1は音響管D1又は音響管D1、D2と組み合わされて複合形のアクティブ減音装置C1を構成している。ここで、音響管D1、D2とは相互にその長さを違えてある。

【0037】

かかるアクティブ減音装置C1の複数個が、垂直な壁である遮音壁B1の上端面にその長手方向に亘り一列配設してある。なお、図中左側が騒音源側、例えば車道側で、右側が例えば民家側である。

【0038】

アクティブ減音装置C1は、アクティブ音響制御セルA1の、減音すべき騒音源と反対側で単数又は複数の音響管D1又は音響管D1、D2を隣接させて構成してある。ここで、各音響管D1、D2はアクティブ音響制御セルA1の制御対象周波数以外の波長の略 $1/4$ の長さのものとする。このことより、音響管D1、D2では、アクティブ音響制御セルA1とは異なる周波数成分の騒音を低減する。図1(a)は音響管D1をアクティブ音響制御セルA1の騒音源と反対側に一個隣接させたものであり、図1(b)は音響管D1、D2をアクティブ音響制御セルA1の騒音源と反対側に二個隣接させたものである。

【0039】

かかる本形態によれば、アクティブ音響制御セルA1で特定周波数及びその近傍の周波数成分の騒音を効果的に低減するとともに、音響管D1又は音響管D1、D2でもその長さで規定される特定周波数及びその近傍の周波数成分の騒音を

低減することができる。すなわち、アクティブ音響制御セルA1と音響管D1又は音響管D1、D2とが騒音低減に対して複合的に機能し、広い周波数領域の騒音を効果的に低減することができ、アクティブ音響制御セルの受け持つ周波数帯域を限定することによりコストを下げることができる。ちなみに、音響管D1、D2で低減可能な音波の周波数fは次式（概算）で求まる。

【0040】

【数1】

$$f = C / 4L$$

但し；Cは音速(m/s)

【0041】

したがって、音響管Dの長さが0.16mの場合には、 $f = 531$ (Hz) となり、この場合には531 (Hz) 乃至1000 (Hz) 程度の周波数の音波を対象としてこれの音圧を低減することができる。

【0042】

<第2の実施の形態>

図2は本発明の第2の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C1の音響管D3は、図1に示す音響管D1の底部に吸音材11Aを配設した構造を有するものであり、この音響管D3で音圧を低減する音波の波長の略1/2の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしてある。すなわち、吸音材11Aは、上記略1/2の長さに相当する音波及びその近傍の周波数の音波を良好に吸収する。

【0043】

<第3の実施の形態>

図3は本発明の第3の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C1の音響管D4は、図1に示す音響管D1の途中に多孔板等の音響抵抗体12Aを配設した構造を有するものであり、この音響管D4で音圧を低減する音波の波長の略1/2の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしてある。すなわち、音響抵抗体12

Aは、上記略1／2の長さに相当する音波及びその近傍の周波数の音波を良好に低減する。

【0044】

<第4の実施の形態>

図4 (a) は本発明の第4の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C1の音響管D5は、図1に示す音響管D1の底部に音響レゾネータ13Aを連続的に設けた構造を有するものであり、この音響管D5で音圧を低減する音波の波長の略1／2の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしてある。すなわち、音響レゾネータ13は、上記略1／2の長さに相当する音波及びその近傍の周波数の音波の音圧を良好に低減する。ちなみに、図4 (b) にこの部分を抽出して示す音響レゾネータ13が低減し得る音波の周波数fは、次式(概算)で求まる。

【0045】

【数2】

$$f = (C / 2\pi) \cdot \sqrt{(S/I) / V}$$

但し；Cは音速(m/s)、Iは首部の長さ(m)、Sは首部の
断面積(m²)、Vは音響レゾネータの容積(m³)

【0046】

<第5の実施の形態>

図5は本発明の第5の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は図4に示す実施の形態を変形したもの、すなわち図4に示す第4の実施の形態の音響管D5を省略し、音響レゾネータ13Cを直接表面に配設したものである。この音響レゾネータ13Cは特定の周波数の音波を、その入口近傍で音圧を極小にすることにより当該周波数の音波の低減を図るものである。音響レゾネータを用いているので、限定された空間の中でも、低減したい周波数を任意にコントロールできる。ちなみに、音響レゾネータ13Cが低減し得る音波の周波数は上記【数2】に示す式によって決まる。

【0047】

本形態は後述する第10の実施の形態に比べ、低コストで製造できるという特長を有する。

【0048】

上記第1乃至第5の実施の形態ではアクティブ音響制御セルA1を一個のみ有するアクティブ減音装置C1を用いたが、アクティブ音響制御セルA1の個数はこれに限定されるものではない。2個以上であっても良い。

【0049】

アクティブ減音装置が2個の場合の実施の形態を第5乃至第12の実施の形態として説明する。

【0050】

<第6の実施の形態>

図6はアクティブ音響制御セルを2個有するアクティブ減音装置C2を遮音壁B1に配設した状態で概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C2は、図1(b)に示すアクティブ音響制御セルA1とともに音響管D2の騒音源と反対側に隣接させてもう一個のアクティブ音響制御セルA2を配設したものである。このとき追加したアクティブ音響制御セルA2はその低減対象とする音波の周波数が騒音側のアクティブ音響制御セルA1及び音響管D1、D2とは異なるように構成しても良い。

【0051】

かかる本形態によれば、アクティブ音響制御セルA1、A2でそれぞれの特定周波数及びその近傍の周波数成分の騒音を効果的に低減するとともに、音響管D1、D2でもその長さでそれぞれ規定される特定周波数及びその近傍の周波数成分の騒音を低減することができる。すなわち、アクティブ音響制御セルA1、A2と音響管D1、D2とが騒音低減に対して複合的に機能し、アクティブ音響制御セルA1が一個の第1の実施の形態よりもさらに広い周波数領域の騒音を効果的に低減することができるとともに、騒音低減効果も大きくできる。

【0052】

<第7の実施の形態>

図7は本発明の第7の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C2の音響管D3、D6は、図6に示す音響管D1、D2の底部に吸音材11A、11Bをそれぞれ配設した構造を有するものであり、この音響管D3、D6で音圧をそれぞれ低減する音波の波長の略1/2の長さに相当する音波の增幅作用を回避するようにしてある。すなわち、吸音材11A、11Bは、上記略1/2の長さに相当するそれぞれの音波及びその近傍の周波数の音波を良好に吸収する。

【0053】

<第8の実施の形態>

図8は本発明の第8の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C2の音響管D4、D7は、図6に示す音響管D1、D2の途中に多孔板等の音響抵抗体12A、12Bを配設した構造を有するものであり、この音響管D4、D7で音圧を低減する音波の波長の略1/2の長さにそれぞれ相当する音波の增幅作用を回避するようにしてある。すなわち、音響抵抗体12A、12Bは、上記略1/2の長さにそれぞれ相当する音波及びその近傍の周波数の音波を良好に低減する。

【0054】

<第9の実施の形態>

図9は本発明の第9の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C2の音響管D5、D8は、図6に示す音響管D1、D2の底部に音響レゾネータ13A、13Bを連続的に設けた構造を有するものであり、この音響管D5、D8で音圧をそれぞれ低減する音波の波長の略1/2の長さに相当する音波の增幅作用を回避するようにしてある。すなわち、音響レゾネータ13A、13Bは、上記略1/2の長さにそれぞれ相当する音波及びその近傍の周波数の音波の音圧を良好に低減する。音響レゾネータ13Bが低減し得る音波の周波数fも、音響レゾネータ13Aの場合と同様の式で求めることができる。

【0055】

<第10の実施の形態>

図10は本発明の第10の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図であ

る。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C 2の音響レゾネータ13C、13Dはそれぞれ直接、装置の表面に配設されるもので、この音響レゾネータ13C、13Dはそれぞれ特定の周波数の音波を、その入口部近傍で音圧を極小にすることにより当該周波数の音波の低減を図るものである。音響レゾネータを用いているので、限定された空間の中でも、低減したい周波数を任意にコントロールできる。音響レゾネータ13Dが低減し得る周波数fも、音響レゾネータ13Cの場合と同様の式（〔数2〕参照。）で求めることができる。

【0056】

本形態は、第5の実施の形態と較べて、アクティブ減音装置で低減できる以外の異なる2種類の周波数の騒音を低減できるという特長を有する。

【0057】

<第11の実施の形態>

図11は本発明の第11の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態におけるアクティブ減音装置C 2の音響管D 9は、その底部が遮音壁B 1の上面に形成した凹部に埋設されている。

【0058】

音響管D 9の長さは、上述の如くこれが低減しようとする音波の波長により決まってくる。したがって、低周波数の音波を低減しようとすれば、音響管D 9の長さは長くなる。この場合、音響管D 9の底部を遮音壁B 1の上面に形成した凹部に埋設することにより全体の嵩を小さくすることができる。

【0059】

<第12の実施の形態>

図12は本発明の第12の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態はアクティブ減音装置C 2を配設する遮音壁の形状が異なる場合である。すなわち、同図に示すように、遮音壁B 2は、その上部が騒音源側（図では左側）に傾斜している。アクティブ減音装置C 2はこの傾斜面を利用して遮音壁B 2に取り付けてある。なお、遮音壁B 2の騒音源側の側面には吸音材を配置しても良い。

【0060】

<第13の実施の形態>

図13は本発明の第13の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態はアクティブ減音装置C2を配設する遮音壁の形状が異なる場合である。すなわち、同図に示すように、遮音壁B3は、その上部で分岐して騒音源側（図では左側）に傾斜する傾斜面B31とともに、騒音源側と反対側に傾斜する傾斜面B32を有する。アクティブ減音装置C2は両傾斜面B31、B32間に配設されている。なお、遮音壁B3の騒音源側の側面には吸音材を配置しても良い。

【0061】

<第14の実施の形態>

図14は本発明の第14の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態はアクティブ減音装置C2の全体が回動部Oを回動中心として傾動可能に形成してある。

【0062】

かかる本形態によれば、遮音領域を調整し得る。アクティブ減音装置C2の形状及び傾斜角により、このアクティブ減音装置C2で回折波の音圧を低減することができる領域が決まるからである。

【0063】

上記第1乃至第14の各実施の形態に係るアクティブ遮音壁に用いるアクティブ減音装置は、アクティブ減音装置C1、C2に限定する必要はない。一般に、アクティブ減音装置は、アクティブ音響制御セルの減音すべき騒音源側（例えば車道側）若しくはこの騒音源と反対側、又はその両側で単数又は複数の音響管を隣接させて構成することができる。また、アクティブ音響制御セルの数も一個乃至二個に限定する必要はなく、種々の組み合わせのアクティブ減音装置を構成することができる。ここで、各アクティブ減音装置における各音響管はアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の波長の略1/4の長さのものとする。このことより、音響管では、アクティブ音響制御セルとは異なる周波数成分の騒音を低減することができる。

【0064】

同様に、上記第1乃至第14の各実施の形態に係るアクティブ遮音壁に用いる遮音壁、すなわちアクティブ減音装置と組み合わせる遮音壁の構造も、特別な限定はない。例えば、図15(a)及び図15(b)に示すような構造のものであっても良い。図15(a)に示す遮音壁B9は、その上端部が二つに分岐して上方に伸びる分岐壁B91、B92を有しており、この分岐壁B91、B92間にアクティブ減音装置C1が配設してある。ここで、分岐壁B91、B92は何か一方に一枚だけ形成しても良い。また、三枚以上でも良い。

【0065】

図15(b)に示す遮音壁B10も、遮音壁B9と同様に、その上端部が二つに分岐して上方に伸びる分岐壁B101、B102を有しているが、分岐壁B101、B102はアクティブ減音装置C1に対して騒音源と反対側（騒音源側でも勿論良い。）に纏めて形成してある。分岐壁B101、B102の数は、当然二枚に限られない。

【0066】

図15(a)及び図15(b)に示すような遮音壁B9、B10と組み合わせた場合には、分岐壁B91、B92、B101、B102部分での減音機能が加重されるので、より効果的な遮音を行うことができる。

【0067】

上記第1乃至第14の実施の形態ではアクティブ減音装置C1又はアクティブ減音装置C2を単列のみ遮音壁に配設したが、遮音壁の上方に複数エッジを形成してアクティブ音響制御セルAのみ又はアクティブ減音装置C1若しくはアクティブ減音装置C2を複数列配設しても良い。

【0068】

アクティブ音響制御セルAのみ又はアクティブ減音装置C1若しくはアクティブ減音装置C2を複数列配設した実施の形態を第15乃至第18の実施の形態として説明する。

【0069】

<第15の実施の形態>

図16は本発明の第15の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図であ

る。同図に示すように、本形態に係る遮音壁B4は、垂直な壁の上端から上方に伸びる3個の分岐壁B41、B42、B43を有しており、各分岐壁B41、B42、B43の上端面に複数個のアクティブ音響制御セルAを並べて作る列がそれぞれ形成してある。このとき各列のアクティブ音響制御セルAは所定の間隔を設けて配設してある。ここで、音響制御セルAの特性及び大きさ等を同一にする必要は必ずしもなく、これら特性及び大きさは自由に組み合わせることができる。また、本形態における3個の分岐壁B41、B42、B43はその上面の高さ位置が異なっていても良い。すなわち、高さ位置に特別な限定はない。

【0070】

このように間隔を開けてアクティブ音響制御セルAを複数列並べた場合、隣接する列間で間隔を開けることなくアクティブ音響制御セルAを配置した場合に較べて減音効果を然程劣化させることなく、当該アクティブ遮音壁のコストの低減を図ることができる。すなわち、本発明者等は、アクティブ音響制御セルAを、遮音壁Bの長手方向に対して直角な方向に離間させて配置した方が、両者をぴったり隣接させて配設した場合よりも減音効果が大きいことを発見した。本形態は、かかる発見に基づくものであるが、このように複数列を所定の間隔を開けて設けることによりこれらをぴったり隣接させて配設した場合よりも、より良好な減音効果を得ることができる。同時に、隣接する空間を全てアクティブ音響制御セルで埋めるようにこのアクティブ音響制御セルを配設する場合よりも、アクティブ音響制御セルの個数を削減することができる分、コストの低廉化にも寄与し得る。

【0071】

<第16の実施の形態>

図17は本発明の第16の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は図14に示す第13の実施の形態を変形したもので、その遮音壁B5は、垂直な壁の上端から上方に伸びる2個の分岐壁B51、B52を有しており、かかる遮音壁B5の両分岐壁B51、B52に2個のアクティブ減音装置C1が間を開けて配設してある。

【0072】

この場合、アクティブ減音装置C1の一部を構成する音響管同士の間隔も開くことになり、当該音響管の深さが同じである場合には、音響管で低減すべき周波数成分に関しても、アクティブ減音装置C1をぴったり隣接させた場合よりも、より良好な減音効果を同時に得ることができる。波長が長い音波を低減する場合ほどアクティブ減音装置C1の間隔を広げることが効果的である。

【0073】

本形態はアクティブ音響制御セルAをアクティブ減音装置C1で置換したものであるので、隣接する列間でアクティブ減音装置C1の複数列を間隔を開けることなくぴったり隣接させて配設した場合よりも、より良好な減音効果を得ることができる。同時に、隣接する空間を全てアクティブ減音装置で埋めるようにこのアクティブ減音装置を配設する場合よりも、アクティブ減音装置の個数を削減することができる分、コストの低廉化にも寄与し得る。

【0074】

<第17の実施の形態>

図18は本発明の第17の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は図17に示す第16の実施の形態を変形したもので、その遮音壁B6は、当該遮音壁B6の長手方向と直角な方向に広がる拡幅部B61をその上端部に有しており、この拡幅部B61に2個のアクティブ減音装置C1が間を開けて配設してある。このとき、アクティブ減音装置C1は拡幅部B61上でその位置を移動可能に形成してある。したがって、アクティブ減音装置C1間の距離は自由に調節することができる。

【0075】

本形態も上記第16の実施の形態と同様に機能する。さらに、本形態によれば、アクティブ減音装置C1の拡幅部61上における位置を調節することができる。最適な減音効果が得られるような両者間の距離を容易に確保することができる。また、道路等の設置場所におけるその占有面積の調整も容易に行うことができる。ちなみに、高速道路や、一般の道路によっては、当該アクティブ遮音壁が使用し得る設置面積が制限される場合がある。

【0076】

<第18の実施の形態>

図19は本発明の第18の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は図17に示す第16の実施の形態を変形したもので、その遮音壁B7は、回動部Oに回動可能に基端部を支持された支持部B71、B72を、その上端部に有しており、各支持部B71、B72にアクティブ減音装置C1を取り付けたものである。この結果、両アクティブ減音装置C1は、支持部B71、B72の回動に伴い一体的に回動して相互の間隔を拡縮することができるよう構成してある。

【0077】

ここで、両アクティブ減音装置C1、C2にそれぞれ別の回動部を設け、支持部材B71、B72に対して回動可能に取り付けても良い。この場合には、支持部材B71、B72がその回動により開閉した場合でも、アクティブ減音装置C1の設置面（地面）に対する設置角を、例えば一定等、好適な角度に独立に調節することができる。

【0078】

本形態も上記第15の実施の形態と同様に機能する。さらに、本形態によれば、アクティブ減音装置C1間の距離を支持部B71、B72の回動により容易に調節することができるので、最適な減音効果が得られるような両者間の距離を容易に確保することができる。また、道路等の設置場所におけるその占有面積の調整も容易に行うことができる。ちなみに、高速道路や、一般の道路によっては、当該アクティブ遮音壁が使用し得る設置面積が制限される場合がある。

【0079】

上記第15乃至第18の各実施の形態に係るアクティブ遮音壁に用いるアクティブ減音装置は、第1乃至第14の各実施の形態に用いることができるアクティブ減音装置であれば、全てこれを第15乃至第18の各実施の形態に適用することができる。要は、第15乃至第18の各実施形態が、隣接する列との間に間隔を設けた複数列のアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置を有するのに對し、第1乃至第14の各実施形態は、単列のアクティブ減音装置を有する点が異なるだけである。したがって、各列毎に異なる種類のアクティブ減音装置を配

設したものであっても勿論良い。

【0080】

同様に、上記第15乃至第18の各実施の形態に係るアクティブ遮音壁に用いる遮音壁、すなわちアクティブ減音装置と組み合わせる遮音壁の構造も、特別な限定はない。例えば、図20に示すような構造のものであっても良い。図20に示す遮音壁B11は、その上端部が三つに分岐して上方に伸びる分岐壁B111、B112、B113を有しており、分岐壁B111、B112には、図17に示す実施の形態と同様に、アクティブ減音装置C1がそれぞれ配設してあるが、分岐壁B113には、アクティブ減音装置C1には配設されていない。すなわち、このように、遮音壁B11の全てのエッジにアクティブ減音装置C1を配設することなく、単なる遮音壁としてのみ機能する分岐壁B113を設けても良い。ここで、単なる遮音壁としてのみ機能する分岐壁B113の数及び他の分岐壁B111、B112に対する位置に特別な限定がないことは勿論である。

【0081】

なお、図17乃至図20に示す実施の形態において、アクティブ減音装置C1の音響管は、いすれも音響管D1を用いたが、これに限るものではない。減音したい周波数に応じて任意に選択し得る。例えば、音響管D2を有するアクティブ減音装置C1のみで形成しても良い。また、左右の何れか一方のアクティブ減音装置C1を音響管D1を有するもの、他方のアクティブ減音装置C1を音響管D2を有するもので形成しても勿論良い。要は、必要に応じ、各種の音響管を有するアクティブ減音装置C1を組み合わせれば良い。

【0082】

近年、高速道路等の騒音源の近傍には、高いビル等が建設される場合が多くなってきている。この場合には、騒音源から遮音壁Bの上端エッジを通って直進する騒音、すなわち遮音壁Bの斜め上方へ拡散する騒音を低減することが必要になる場合がある。上記図16乃至図20に示す場合において、複数エッジの一つに、騒音源か遮音壁Bの上端エッジを通って直進する騒音を低減するための手段を設ければ、かかる要望に応えることができる。

【0083】

そこで、提案するのが、次の第19及び第20の実施の形態である。

【0084】

〈第19の実施の形態〉

図21は本発明の第19の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は図16に示す第15の実施の形態を変形したもので、その遮音壁B8は、その先端部が騒音源側（図では左側）に傾斜する傾斜面B81とともにその上部で分岐して騒音源側と反対側に傾斜する傾斜面B82を有する。かかる遮音壁B8の両傾斜面B81、B82の上端面には、アクティブ音響制御セルAがそれぞれ配設してある。同時に、傾斜面B81には、騒音相殺セルE1が設けられており、騒音源から傾斜面B81側のアクティブ音響制御セルAの端部（当該アクティブ遮音壁の上端部）を通って直進する騒音（図21中に一点鎖線で示す仮想軸Yに沿う騒音）を低減するように構成してある。

【0085】

図22は、上記騒音相殺セルE1をこの部分を抽出した状態で概念的に示す説明図である。同図に示すように、騒音相殺セルE1は、騒音源20と遮音壁Bの上端部を結ぶ仮想軸Y上に、騒音源20から放射される騒音を検出するマイクロフォン21及び騒音源20と反対方向に騒音相殺音を放射するスピーカ22が配置されている。ここで、マイクロフォン21及びスピーカ22はエンクロージャ23に収納されて遮音壁Bに取り付けてある。すなわち、エンクロージャ23の騒音源20側は裏板23aで覆われ、騒音源20の反対側はスピーカ22から出力される騒音相殺音を放射するために開口している。また、スピーカ22はバッフル板23bに取付けられて、エンクロージャ23内に格納されている。マイクロフォン21は、裏板23aの略中央に取り付けられている。さらに、マイクロフォン21の出力は演算部24に供給され、演算部24で所定の演算処理をした出力信号がスピーカ22に供給される。

【0086】

図23は上記騒音相殺セルE1のブロック線図である。同図に示すように、演算部24は、基本的には目標音圧（通常は略零）に比例する電圧を発生する目標音圧設定部34の出力信号である音圧に比例する電圧と、マイクロフォン21で

検出された騒音に比例した電圧との偏差を演算する偏差演算部35及び偏差演算部35で演算された偏差に基づいて遮音壁Bとスピーカ22を結ぶ線分のいずれかの点における騒音の音圧及び位相に対し同音圧で逆位相の騒音相殺音を生成する制御部36で構成される。騒音相殺音はスピーカ22から放射される。これにより騒音と騒音相殺音の合成音は遮音壁Bの上端部とスピーカ22を結ぶ線分の1点の音圧は略零となり、その点より外側に騒音が伝播することを防止できる。

【0087】

なお、より効果的に消音するためには、実際に消音したい領域の音圧を監視用の他のマイクロフォン37で検出し、別途設けた適応制御部38で実際に消音したい領域の音圧と上記偏差演算部35で演算された偏差に基づいて上記制御部36の制御パラメータを演算すれば良い。このとき、制御部36の出力は上記目標音圧設定部34に帰還されて目標音圧を調整するように構成する。

【0088】

この結果、第19の実施の形態によれば、2列に配設されたアクティブ音響制御セルAで遮音壁B8の下方へ漏洩する騒音、すなわち回折音を低減するとともに、騒音相殺セルE1で遮音壁B8の上方へ拡散する騒音、すなわち直進音を低減することができ、遮音壁B8の上方部分も含め、広い範囲に亘り良好な騒音の低減を図ることができる。

【0089】

<第20の実施の形態>

図24は本発明の第20の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。同図に示すように、本形態は図21に示す第19の実施の形態を変形したもの、すなわち図21に示す実施の形態のアクティブ音響制御セルAの代わりに複合形騒音相殺セルE2を配設したものである。この複合形騒音相殺セルE2は、アクティブ音響制御セルAと騒音相殺セルE1との機能を兼備するものである。

【0090】

複合形騒音相殺セルE2の構造の詳細を図25に基づき説明する。図25は、上記複合形騒音相殺セルE2をこの部分を抽出した状態で概念的に示す説明図である。同図に示すように、複合形騒音相殺セルE2は、騒音相殺セルE1の場合

と同様に機能するマイクロフォン21、スピーカ22及び演算部24を有するとともに、スピーカ22の前方にも別のマイクロフォン25が設けてあり、このマイクロフォン25で遮音壁Bを回折して外部に漏れる騒音の音圧を計測するようになっている。マイクロフォン25の出力信号は演算部26で所定の演算処理が行われ、この演算結果に基づく電気信号でミキサ27及びアンプ28を介してスピーカ22を駆動する。このとき演算部26では、マイクロフォン25の部分での音圧が零になるようにスピーカ22を駆動制御する。すなわち、マイクロフォン25、演算部26及びスピーカ22が一体となってアクティブ音響制御セルとしても機能する。このとき、ミキサ27では、演算部24、25でそれぞれ演算処理した信号を混合するので、スピーカ22はこの混合された信号により駆動制御される。したがって、その出力音波は、騒音源20から遮音壁Bの上端部を直進して外部に拡散する音波と干渉してこれを低減するとともに、遮音壁Bを回折して外部に漏洩する回折波も低減することができる。

【0091】

この結果、第20の実施の形態によれば、複合形騒音相殺セルE2の直進波低減機能で当該アクティブ遮音壁の上端部を通じて直進する騒音（図25中に一点鎖線で示す仮想軸Yに沿う騒音）を低減するとともに、回折波として漏れ出る音波は複合形騒音相殺セルE2の回折音低減機能とアクティブ音響制御セルAとで低減することができる。すなわち、第19の実施の形態と同様に、遮音壁B8の上方部分も含め、広い範囲に亘り良好な騒音の低減を図ることができる。

【0092】

なお、騒音相殺セルE1及び複合形騒音相殺セルE2は第1乃至第16の各実施の形態及びこれらの全ての変形例と組み合わせることが可能であり、組み合わせた場合には、回折音の低減とともに、騒音源から遮音壁の外側へ直進して漏れる騒音を低減することが可能となる。

【0093】

さらに、上記騒音相殺セルE1は騒音源から直進する騒音をアクティブに低減するものであるが、これはパッシブに低減するものであっても良い。パッシブな騒音相殺セルE3は、例えば図26に示す干渉形消音装置で構成することが

できる。

【0094】

図26に示すように、この騒音相殺セルE3は、長さ l_1 、 l_2 及び l_3 の音波の通る管である音響管31、32、33で構成されている。ここで、 $l_1 < l_2 < l_3$ とし、下方に位置する音響管32、33程その長さを順次長くし、且つ l_2 の長さを持つ音響管32を l_1 の長さ方向に対し $l_1 = l_2 \cos \theta_2$ を満たす角度 θ_2 だけ傾けて設置し、同様に l_3 の長さを持つ音響管33を l_1 の長さ方向に対し $l_1 = l_3 \cos \theta_3$ を満たす角度 θ_3 だけ傾けて設置し、全体の幅を一定にしたものである。

【0095】

かくして、当該騒音相殺セルE3の各音響管31、32、33を介して出た音波は、音波出力面と直角の方向に平面波として伝搬していく。この結果、直進波と遅延波の波面のずれを形成することができ、両者が干渉することにより直進波の減音領域を形成することができる。

【0096】

上記第19又は第20の各実施の形態に係るアクティブ遮音壁に用いるアクティブ減音装置は、第1乃至第14の各実施の形態に係る用いることができるアクティブ減音装置であれば、全てこれを第19又は第20の各実施の形態に組み合わせることができる。騒音相殺セルE1、E3又は複合形騒音相殺セルE2で形成する列以外の列が複数列ある場合、各列毎に異なる種類のアクティブ減音装置を配設したものであっても勿論良い。

【0097】

また、上記第19又は第20の各実施の形態に係るアクティブ遮音壁に用いる遮音壁、すなわち騒音相殺セル等と組み合わせる遮音壁の構造には、特別な限定はない。例えば、図20に示すように、騒音相殺セルE1等が配設されていない単なる遮音壁としてのみ機能する分岐壁を設けても良い。この場合も、分岐壁B113（図20参照。）に相当する部分での減音機能が加重されるので、より効果的な遮音を行うことができる。

【0098】

【発明の効果】

以上実施の形態とともに詳細に説明した通り、【請求項1】に記載する発明は遮音壁の上端面に配設し、到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルと、このアクティブ音響制御セルの減音すべき音源側若しくはこの音源と反対側、又はその両側にアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の単数又は複数の音波の波長の略 $1/4$ の長さの1個又は複数個の音響管とを有するので、アクティブ音響制御セルと音響管とで異なる周波数の音波を低減することができる。

この結果、本発明によれば、広い周波数成分を含む騒音を効果的に低減することができる。

【0099】

【請求項2】に記載する発明は、【請求項1】に記載するアクティブ減音装置において、音響管の底部に吸音材を配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略 $1/2$ の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたので、音響管ではそれに固有の周波数の音波を低減するとともに、この音波低減効果を劣化させる毒になる周波数の音波は吸音材で吸収する。

この結果、本発明によれば、【請求項1】に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0100】

【請求項3】に記載する発明は、【請求項1】に記載するアクティブ減音装置において、音響管の内部に多孔板等の音響抵抗体を配設して、この音響管で音圧を低減する音波の波長の略 $1/2$ の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたので、音響管ではそれに固有の周波数の音波を低減するとともに、この音波低減効果を劣化させる毒になる周波数の音波は音響抵抗体で低減する。

この結果、本発明によれば、【請求項1】に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0101】

【請求項4】に記載する発明は、【請求項1】に記載するアクティブ減音装置において、音響管の内部に音響レゾネータを配設して、この音響管で音圧を低減

する音波の波長の略1／2の長さに相当する音波の増幅作用を回避するようにしたので、音響管ではそれに固有の周波数の音波を低減するとともに、この音波低減効果を劣化させる毒になる周波数の音波は音響レゾネータで低減する。

この結果、本発明によれば、【請求項1】に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0102】

【請求項5】に記載する発明は、遮音壁の上端面に配設し、到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルと、このアクティブ音響制御セルの減音すべき音源側若しくはこの音源と反対側、又はその両側にアクティブ音響制御セルの制御対象周波数以外の周波数での音圧低減のため、その周波数にチューニングした1個又は複数個の音響レゾネータを有するので、アクティブ音響制御セルとともに音響レゾネータによっても、アクティブ音響制御セルの制御周波数とは異なる特定の周波数の音圧を低減することができる。

この結果、本発明によれば、アクティブ制御セル及び音響レゾネータの複合的な音圧低減機能により到来騒音の良好な低減を実現することができる。

【0103】

【請求項6】に記載する発明は、【請求項1】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたので、複数のアクティブ音響制御セルがそれぞれ減音機能を發揮する。

この結果、本発明によれば、【請求項1】に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0104】

【請求項7】に記載する発明は、【請求項2】に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたので、複数のアクティブ音響制御セルがそれぞれ減音機能を發揮する。

この結果、本発明によれば、【請求項2】に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0105】

〔請求項8〕に記載する発明は、〔請求項3〕に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたので、複数のアクティブ音響制御セルがそれぞれ減音機能を発揮する。

この結果、本発明によれば、〔請求項3〕に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0106】

〔請求項9〕に記載する発明は、〔請求項4〕に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたので、複数のアクティブ音響制御セルがそれぞれ減音機能を発揮する。

この結果、本発明によれば、〔請求項4〕に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0107】

〔請求項10〕に記載する発明は、〔請求項5〕に記載するアクティブ減音装置を複数組組み合わせたので、複数のアクティブ音響制御セルがそれぞれ減音機能を発揮する。

この結果、本発明によれば、〔請求項5〕に記載する発明よりも、さらに効果的に広い周波数成分を含む騒音を低減することができる。

【0108】

〔請求項11〕に記載する発明は、〔請求項1〕乃至〔請求項10〕に記載する何れか一つのアクティブ減音装置の複数個を、遮音壁の上端面又は上部の側面に沿って一列に配列して構成したので、アクティブ音響制御セルと音響管とで異なる周波数の音波を低減することができる。

この結果、本発明によれば、広い周波数成分を含む騒音を効果的に低減することができ、遮音壁としての機能が向上する。

【0109】

〔請求項12〕に記載する発明は、〔請求項11〕に記載するアクティブ遮音壁において、アクティブ減音装置は、垂直面内を回動可能に遮音壁の上部に取り付けたので、アクティブ減音装置の角度を適宜選択することにより、回折音を低減する領域を任意に選定し得る。

この結果、本発明によれば、広い周波数成分を含む騒音を効果的に低減することができる遮音壁として設置場所に応じた最も効果的な騒音の低減効果を得ることができるものとすることができる。

【0110】

〔請求項13〕に記載する発明は、〔請求項11〕に記載するアクティブ遮音壁において、アクティブ減音装置の音響管の少なくとも一個は、その底部が遮音壁の上端部の凹部に入り込んだ構造となっているので、遮音壁に音響管の設置スペースを確保することができる。

この結果、本発明によれば、当該アクティブ遮音壁の嵩を小さくすることができる。

【0111】

〔請求項14〕に記載する発明は、〔請求項11〕乃至〔請求項13〕に記載する何れか一つのアクティブ遮音壁において、遮音壁は、その上端部が分岐して上方に伸びる複数枚の分岐壁を有しており、何れか二枚の分岐壁間か、又は一枚若しくは複数枚の分岐壁の騒音源側若しくは騒音源と反対側にアクティブ減音装置を配設したので、分岐壁によっても個別の遮音機能が得られる。

この結果、本発明によれば、分岐壁での減音効果が加重される分だけ、さらに良好な遮音効果を得ることができる。

【0112】

〔請求項15〕に記載する発明は、到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルの複数個を遮音壁の長手方向に配列して形成する列を、隣接する列間で所定距離離して形成することにより、この列を複数列有するので、アクティブ音響制御セルをぴったり隣接させて複数列設ける場合よりもより効果的な減音効果を得ることができる。この結果、本発明によれば、少ない列数のアクティブ音響制御セルで、良好な減音効果を得ることができ、その分当該アクティブ遮音壁を安価なコストで作ることができ。

【0113】

〔請求項16〕に記載する発明は、〔請求項1〕乃至〔請求項10〕に記載す

る何れか一つのアクティブ減音装置の複数個を遮音壁の長手方向に配列して形成する列を、隣接する列間で所定距離離して形成することにより、この列を複数列有するので、アクティブ減音装置をぴったり隣接させて複数列設ける場合よりもより効果的な減音効果を得ることができる。

この結果、本発明によれば、少ない列数のアクティブ減音装置で、良好な減音効果を得ることができ、その分当該アクティブ遮音壁を安価なコストで作ることができる。

【0114】

〔請求項17〕に記載する発明は、〔請求項15〕又は〔請求項16〕に記載するアクティブ遮音壁において、隣接する列間のアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を調節可能に形成したので、当該アクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を自由に調節できる。

この結果、本発明によれば、設置場所に応じた最適な間隔を容易に確保することができる。

【0115】

〔請求項18〕に記載する発明は、〔請求項15〕又は〔請求項16〕に記載するアクティブ遮音壁において、アクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置の各列を遮音壁の上端部に回動可能に取り付け、この回動角度を調節することにより、隣接する列間のアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置同士の距離を調節可能に形成したので、隣接するアクティブ音響制御セル又はアクティブ減音装置間の間隔を回動角度の調節により行うことができる。

この結果、本発明によれば、設置場所に応じた最適な間隔を容易に確保することができる。

【0116】

〔請求項19〕に記載する発明は、〔請求項15〕又は〔請求項16〕に記載するアクティブ遮音壁において、騒音源側の一列には、騒音源から遮音壁の上端部を経て直進する音波と干渉する音波を発生してこの直進する音波を低減する騒音相殺セルを配設したので、遮音壁の上端面を回折して外部に漏洩する騒音のみならず、騒音源から直進して遮音壁の上端面を通り斜め上方に拡散する音波も低

減し得る。

この結果、本発明によれば、遮音壁の下方の領域のみならず、遮音壁の上方の領域、例えばビルの上階を対象とする領域における騒音も低減することができる。

【0117】

〔請求項20〕に記載する発明は、〔請求項15〕又は〔請求項16〕に記載するアクティブ遮音壁において、騒音源側の一列には、騒音源から遮音壁の上端部を経て直進する音波と干渉する音波を発生してこの直進する音波を低減する騒音相殺セルと上記アクティブ音響制御セルとの機能を兼備する複合騒音相殺セルを配設したので、遮音壁の上端面を回折して外部に漏洩する騒音のみならず、騒音源から直進して遮音壁の上端面を通り斜め上方に拡散する音波も低減し得る。

この結果、本発明によれば、遮音壁の下方の領域のみならず、遮音壁の上方の領域、例えばビルの上階を対象とする領域における騒音も低減することができる。

【0118】

〔請求項21〕に記載する発明は、〔請求項19〕に記載する騒音相殺セルは、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線に沿い直進する音波と干渉させてこの音波を低減させる音波を発生するスピーカ等の騒音相殺音発生手段と、騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音相殺音発生手段から発生する騒音相殺音を発生するための信号を送出する演算手段とを有するので、騒音源から直進して遮音壁の外部に拡散する音波をアクティブな手法により低減し得る。

この結果、本発明によれば、遮音壁の上方の領域の騒音を良好に低減することができる。

【0119】

〔請求項22〕に記載する発明は、〔請求項19〕に記載する騒音相殺セルは、複数の音響管を組み合わせて形成した干渉形消音装置であるので、騒音源から直進して遮音壁の外部に拡散する音波をパッシブな手法により低減し得る。

この結果、本発明によれば、遮音壁の上方の領域の騒音を簡単な構造で安価に

低減することができる。

【0120】

〔請求項23〕に記載する発明は、〔請求項20〕に記載する複合騒音相殺セルは、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、騒音検出手段により検出する騒音に基づき騒音の相殺音を発生するための信号を送出する一つの演算手段と、遮音壁の上端部を回折して外部に漏れ出る音波を検出するマイクロフォン等の回折音検出手段と、回折音検出手段により検出する回折音に基づきこの回折音の相殺音を発生するための信号を送出する他の演算手段と、一つの演算手段及び他の演算手段が送出する信号を混合する混合手段と、混合手段の出力信号により駆動され、騒音源から直進して遮音壁の外部に至る音波と遮音壁の上端部を回折して外部に至る音波とを両方低減する音波を発生するスピーカ等の音波発生手段とを有するものであるので、遮音壁の上端面を回折して外部に漏洩する騒音のみならず、騒音源から直進して遮音壁の上端面を通り斜め上方に拡散する音波も低減し得る。

この結果、本発明によれば、遮音壁の下方の領域のみならず、遮音壁の上方の領域、例えばビルの上階を対象とする領域における騒音も低減することができる

【0121】

〔請求項24〕に記載する発明は、〔請求項15〕乃至〔請求項23〕に記載する何れか一つのアクティブ遮音壁において、遮音壁は、その上端部が分岐して上方に伸びる複数枚の分岐壁を有しており、この分岐壁のうちの一枚又は複数枚はアクティブ音響制御セル、アクティブ減音装置、騒音相殺セル又は複合騒音相殺セルの何れもが配設されていない分岐壁のみで形成したので、分岐壁によっても個別の遮音機能が得られる。

この結果、本発明によれば、分岐壁での減音効果が加重される分だけ、さらに良好な遮音効果を得ることができる。

【0122】

〔請求項25〕に記載する発明は、騒音源と遮音壁の上端部とを結ぶ直線上に配設したマイクロフォン等の騒音検出手段と、騒音検出手段により検出する騒音

に基づき騒音の相殺音を発生するための信号を送出する一つの演算手段と、遮音壁の上端部を回折して外部に漏れ出る音波を検出するマイクロフォン等の回折音検出手段と、回折音検出手段により検出する回折音に基づきこの回折音の相殺音を発生するための信号を送出する他の演算手段と、一つの演算手段及び他の演算手段が送出する信号を混合する混合手段と、混合手段の出力信号により駆動され、騒音源から直進して遮音壁の外部に至る音波と遮音壁の上端部を回折して外部に至る音波とを両方低減する音波を発生するスピーカ等の音波発生手段とを有するので、遮音壁に取り付けた場合、回折音とともに騒音源からの直進音にも作用して両方の音波を低減することができる。

この結果、本発明によれば、下方の領域のみならず、上方の領域における騒音も低減する場合のアクティブ遮音壁の構築を容易にし、このアクティブ遮音壁の構築に大いに寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図で、(a)は音響管が一個の場合、(b)は音響管が2個の場合をそれぞれ示している。

【図2】

本発明の第2の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図3】

本発明の第3の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図4】

本発明の第4の実施の形態を示す図で、(a)はこれを一部抽出して概念的に示す説明図、(b)はその音響レゾネータを抽出・拡大して示す説明図である。

【図5】

本発明の第5の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図6】

本発明の第6の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図7】

本発明の第7の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図8】

本発明の第8の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図9】

本発明の第9の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図10】

本発明の第10の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図11】

本発明の第11の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図12】

本発明の第12の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図13】

本発明の第13の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図14】

本発明の第14の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図15】

本発明に係るアクティブ遮音壁における遮音壁の構造の変形例を概念的に示す説明図である。

【図16】

本発明の第15の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図17】

本発明の第16の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図18】

本発明の第17の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図19】

本発明の第18の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図20】

本発明に係るアクティブ遮音壁における遮音壁の構造の変形例を概念的に示す説明図である。

【図21】

本発明の第19の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図22】

図21に示す実施の形態に用いる騒音相殺セルの一例を概念的に示す説明図である。

【図23】

図22に示す騒音相殺セルの構成を示すブロック線図である。

【図24】

本発明の第20の実施の形態を一部抽出して概念的に示す説明図である。

【図25】

図24に示す実施の形態に用いる複合形殺機能を兼備するアクティブ音響制御セルを概念的に示す説明図である。

【図26】

図21に示す実施の形態に用いる騒音相殺セルの他の例を概念的に示す説明図

【図27】

従来技術に係る一列のアクティブ音響制御セルを有するアクティブ遮音壁を概念的に示す説明図である。

【図28】

従来技術に係る三列のアクティブ音響制御セルを有するアクティブ遮音壁を概念的に示す説明図である。

【符号の説明】

A、A1、A2 アクティブ音響制御セル

B、B1乃至B11 遮音壁

C1、C2 アクティブ減音装置

D1乃至D9 音響管

E1、E3 騒音相殺セル

E2 複合騒音相殺セル

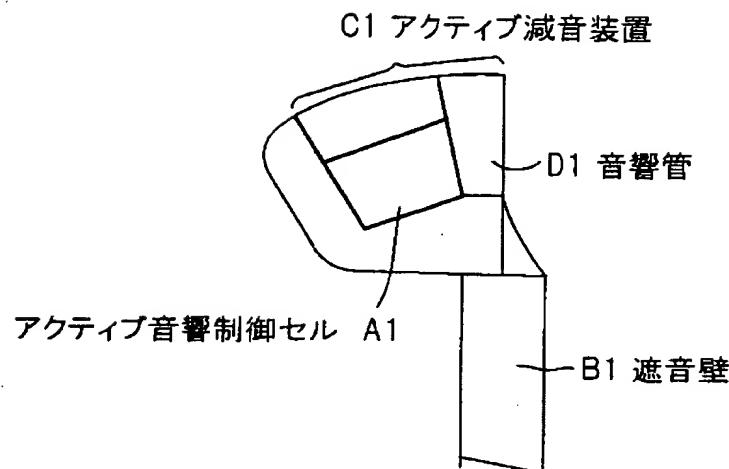
11A、11B 吸音材

12A、12B 音響抵抗体

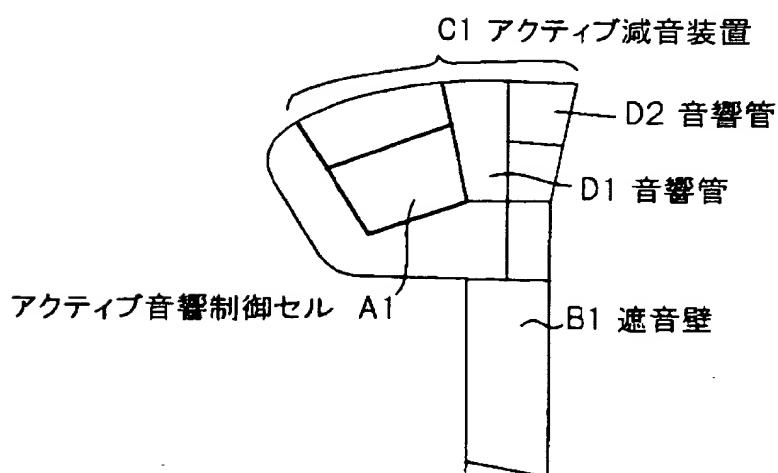
13A、13B、13C、13D 音響レゾネータ

【書類名】 図面
【図1】

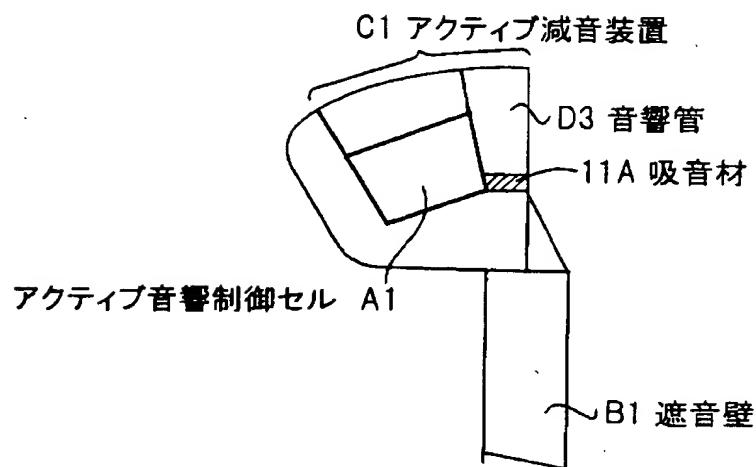
(a)



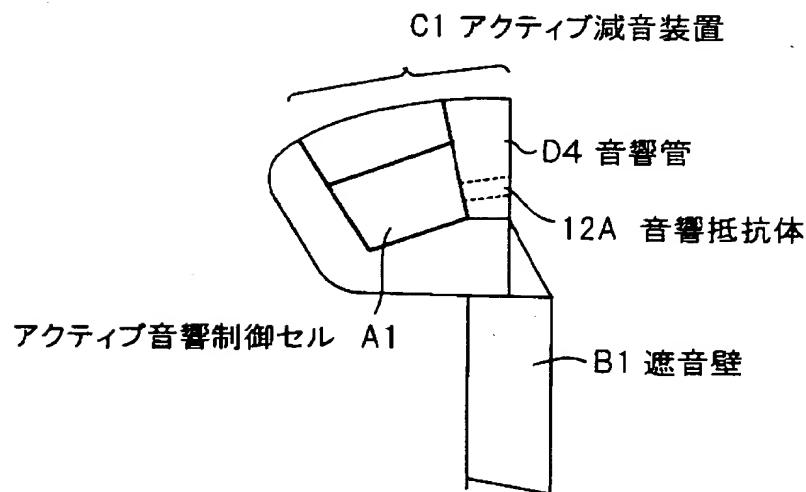
(b)



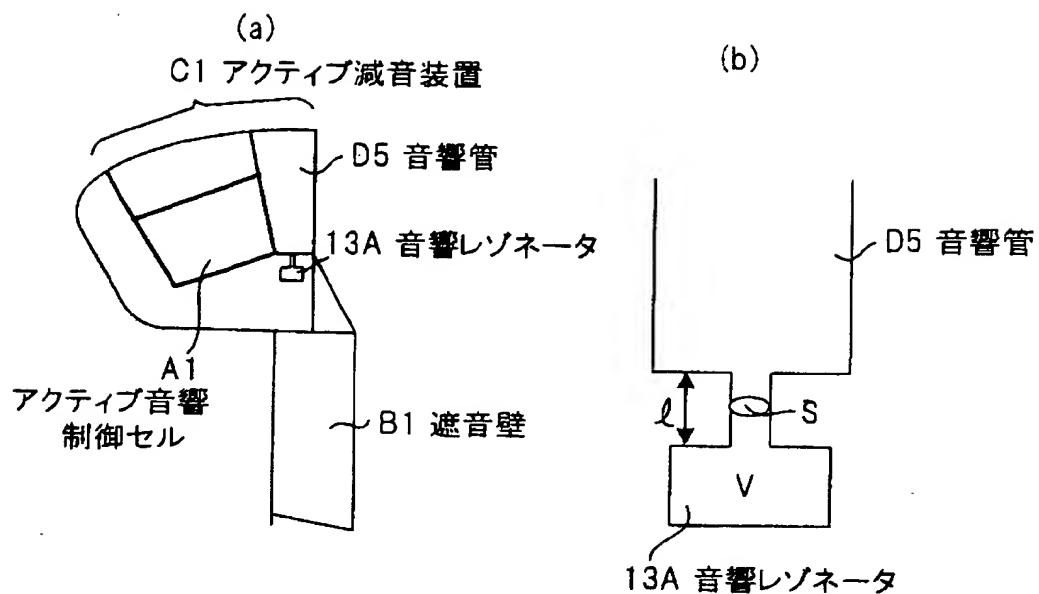
【図2】



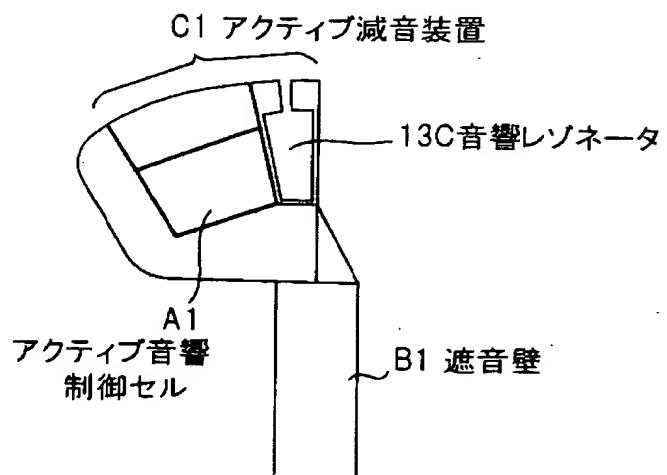
【図3】



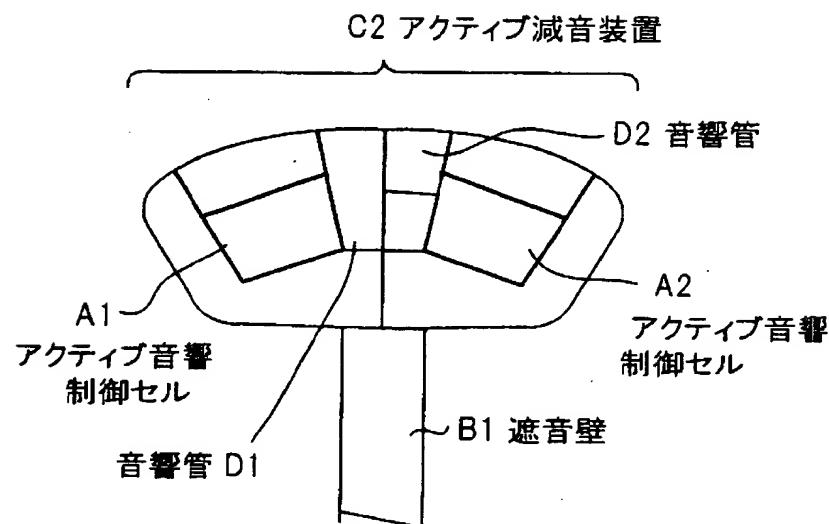
【図4】



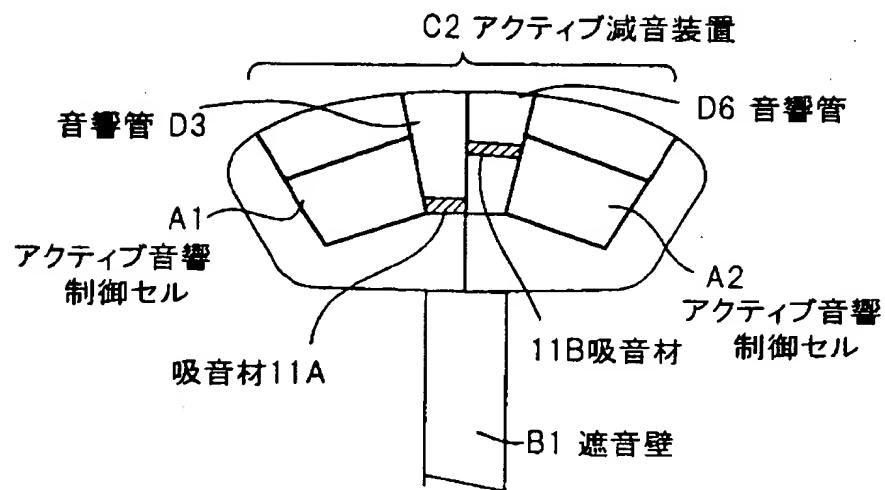
【図5】



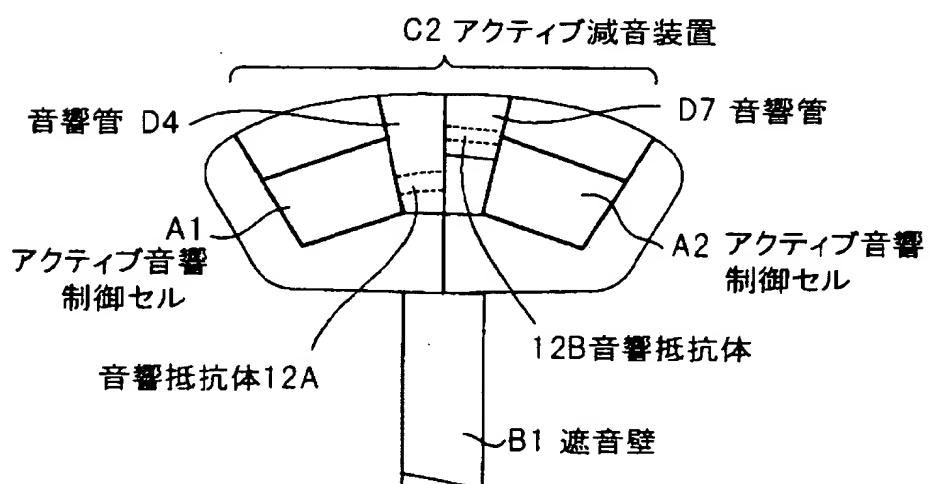
【図6】



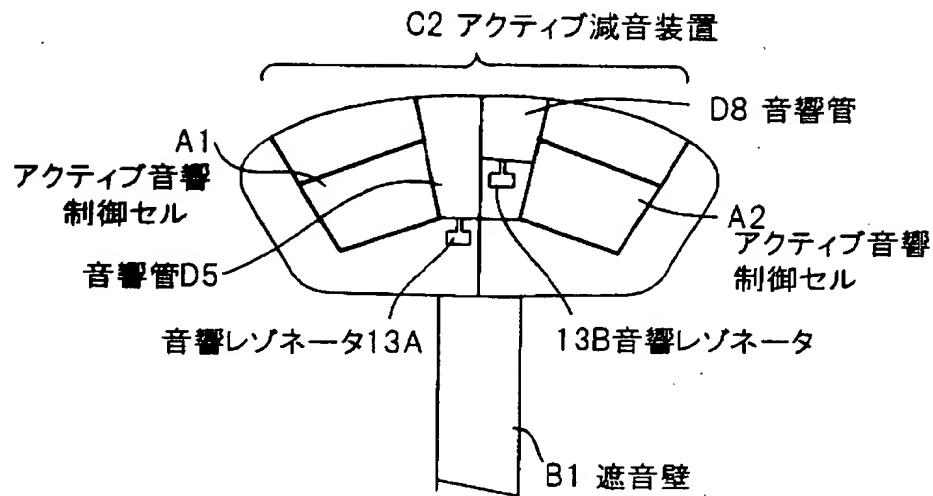
【図7】



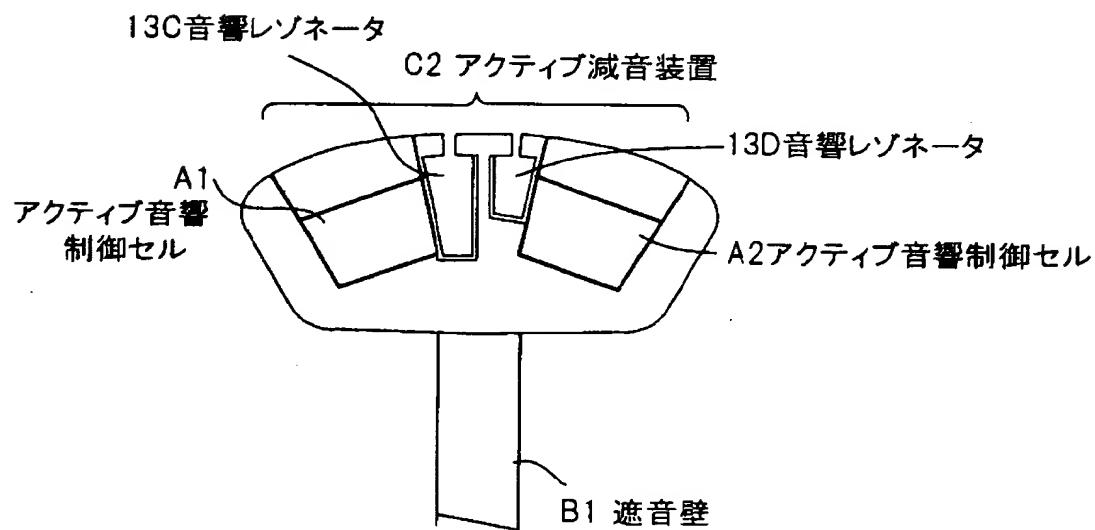
【図8】



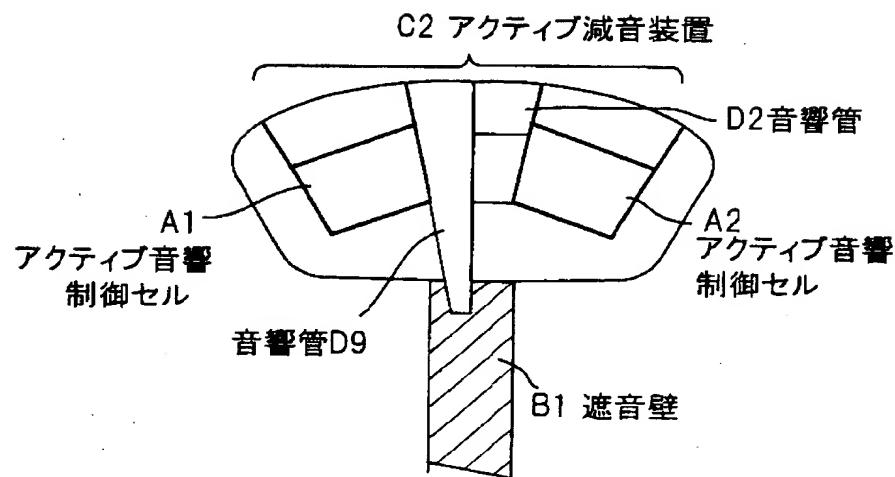
【図9】



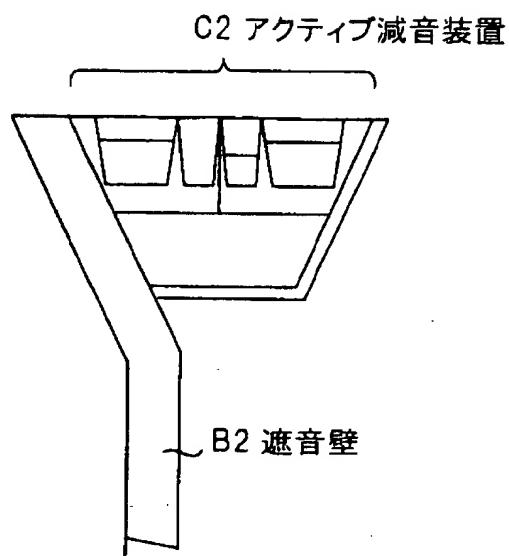
【図10】



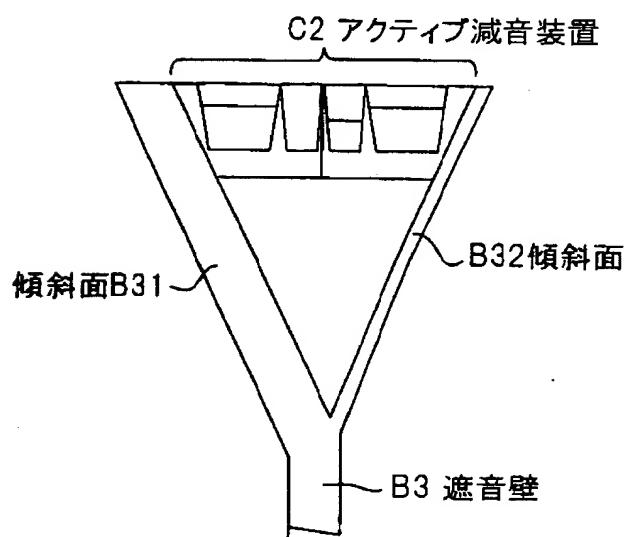
【図11】



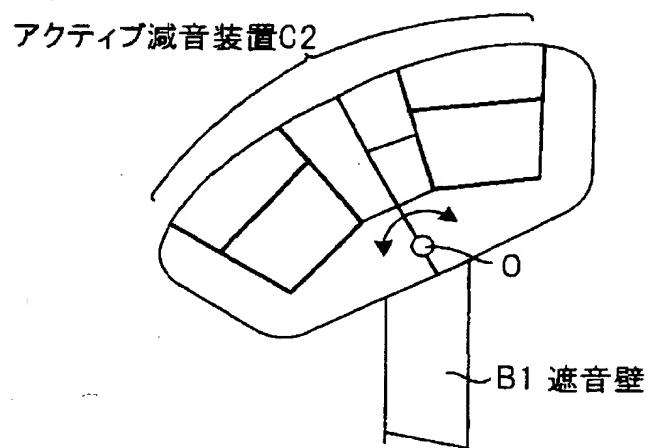
【図12】



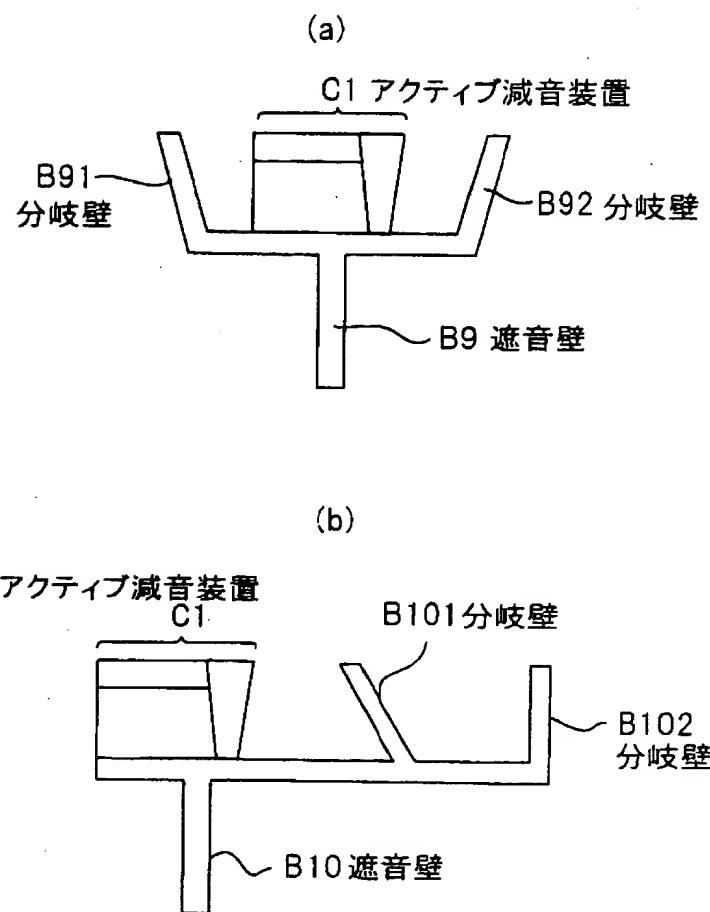
【図13】



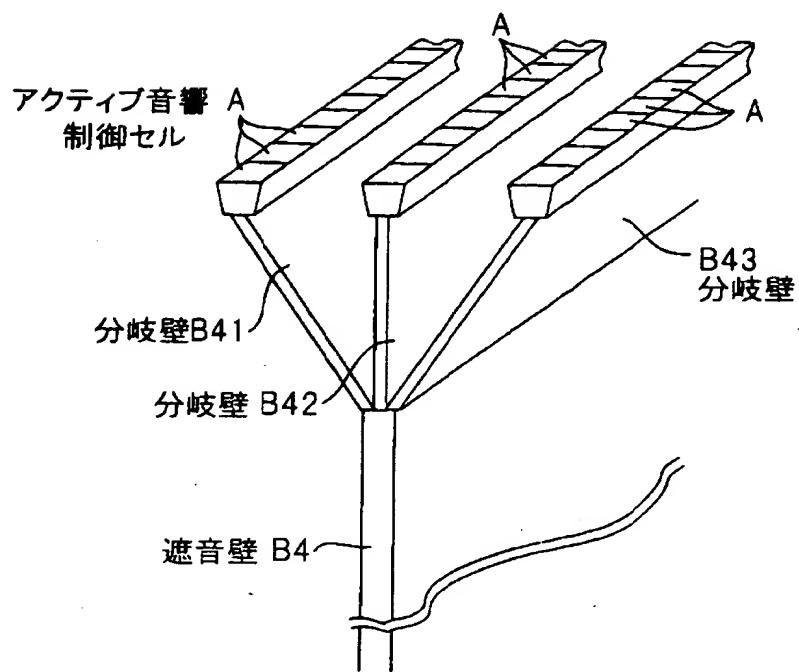
【図14】



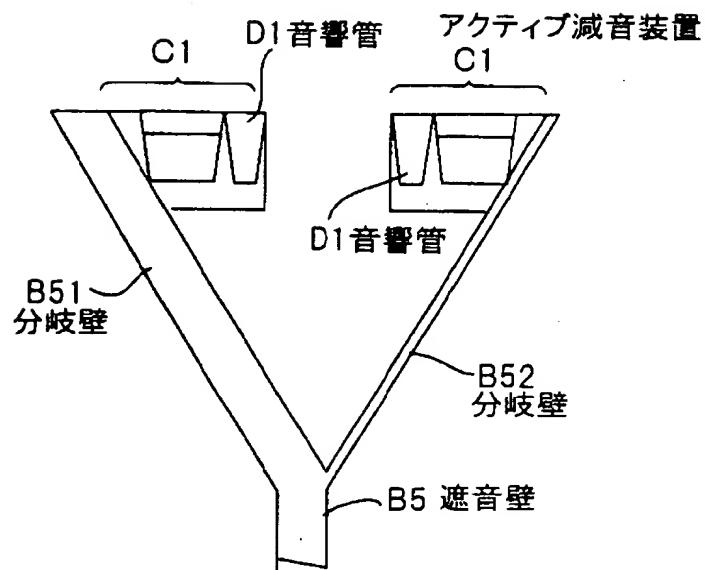
【図15】



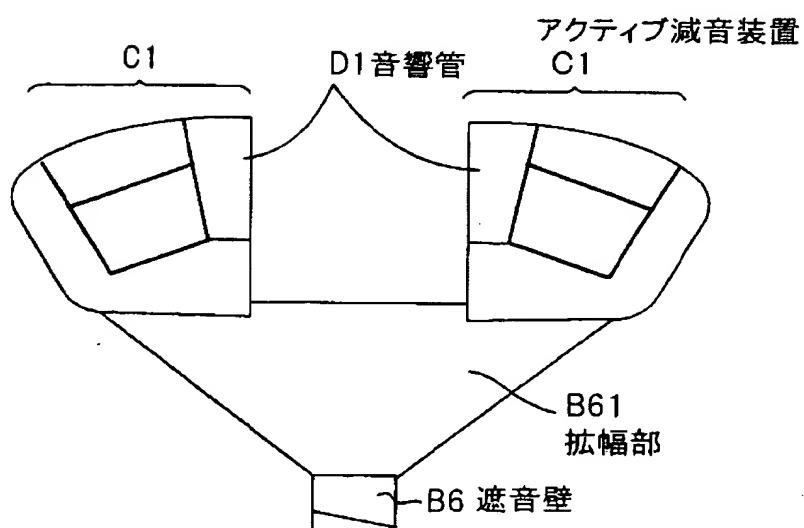
【図16】



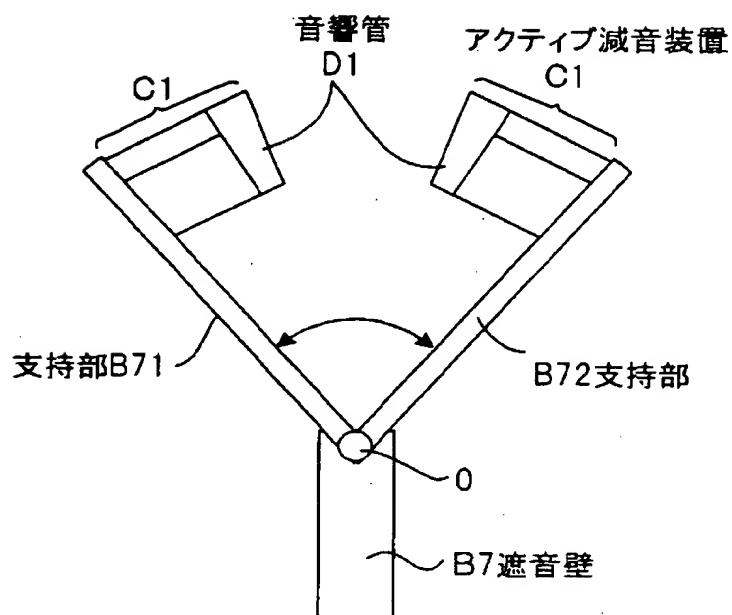
【図17】



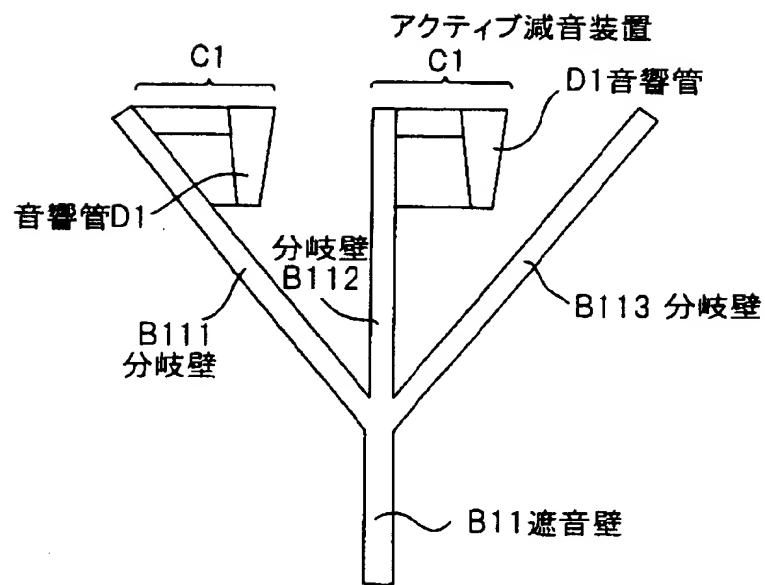
【図18】



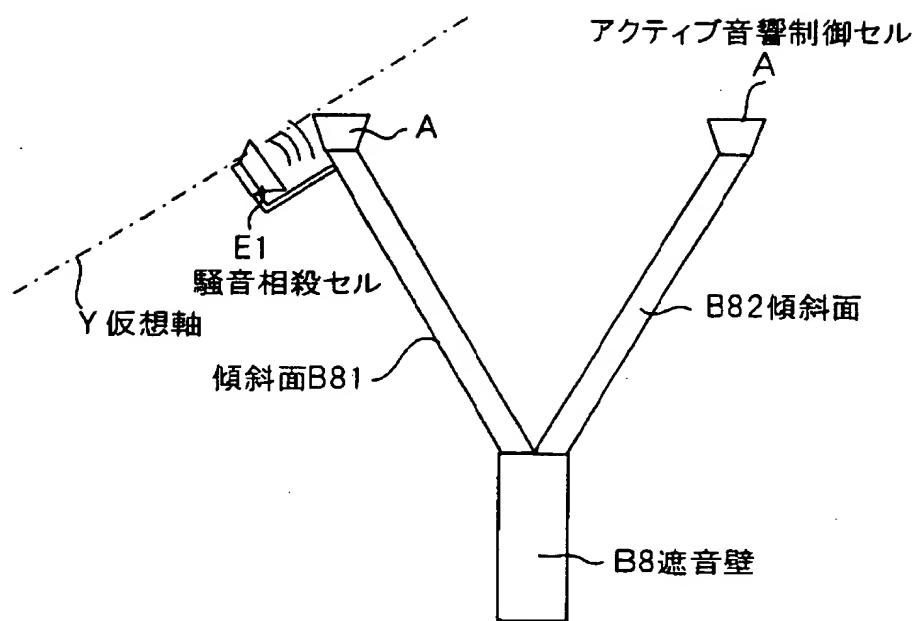
【図19】



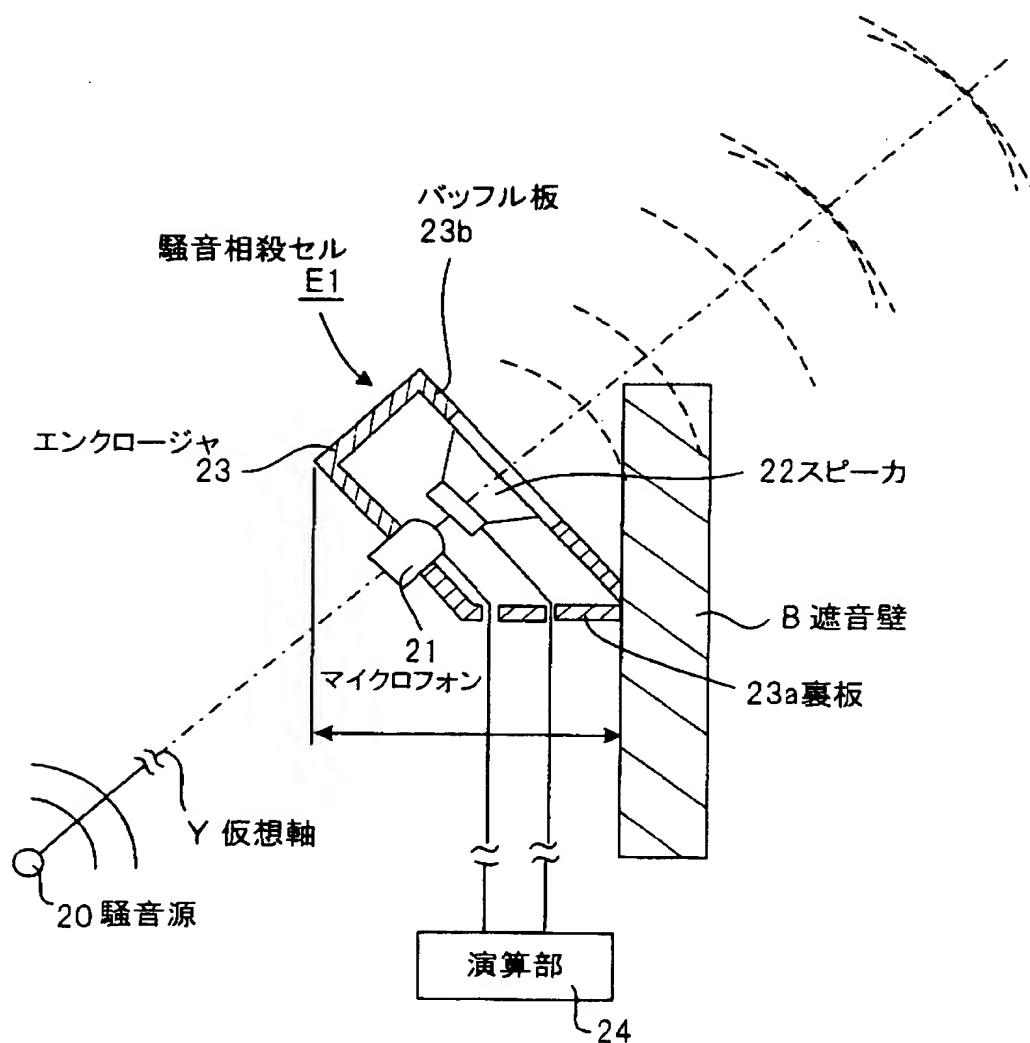
【図20】



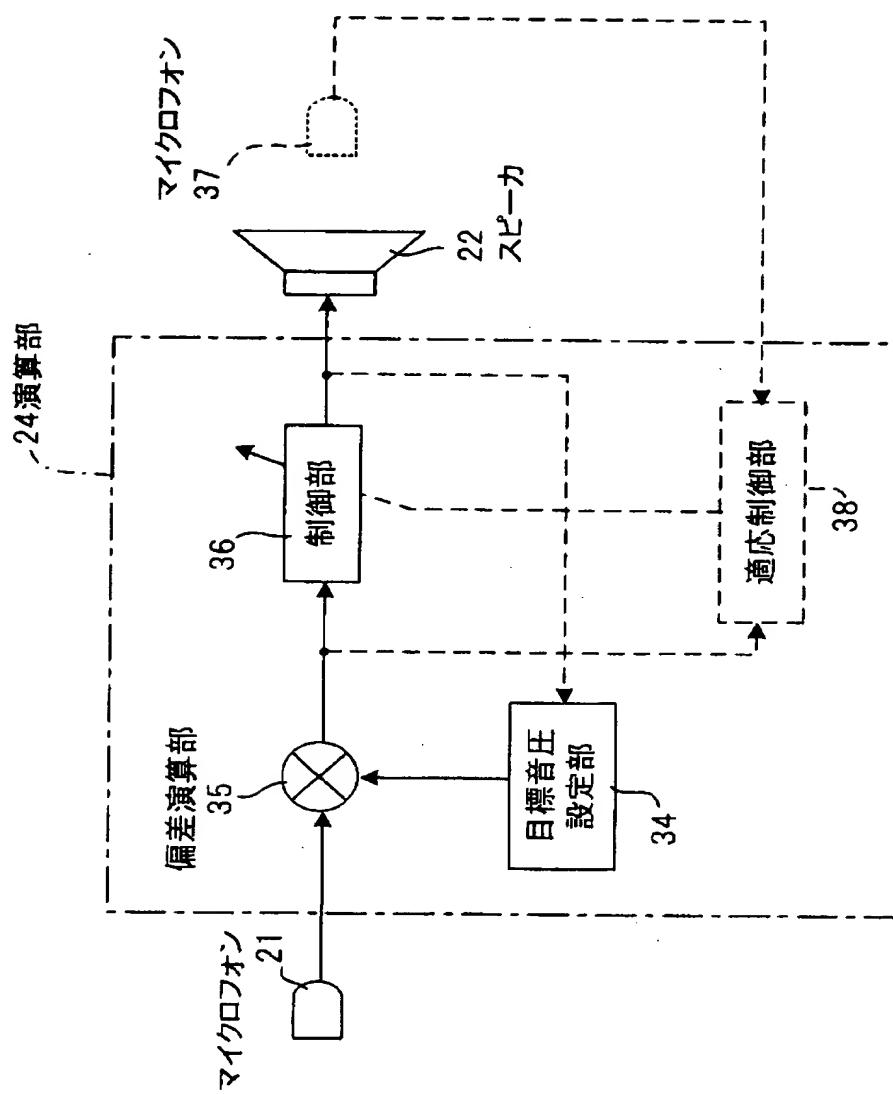
【図21】



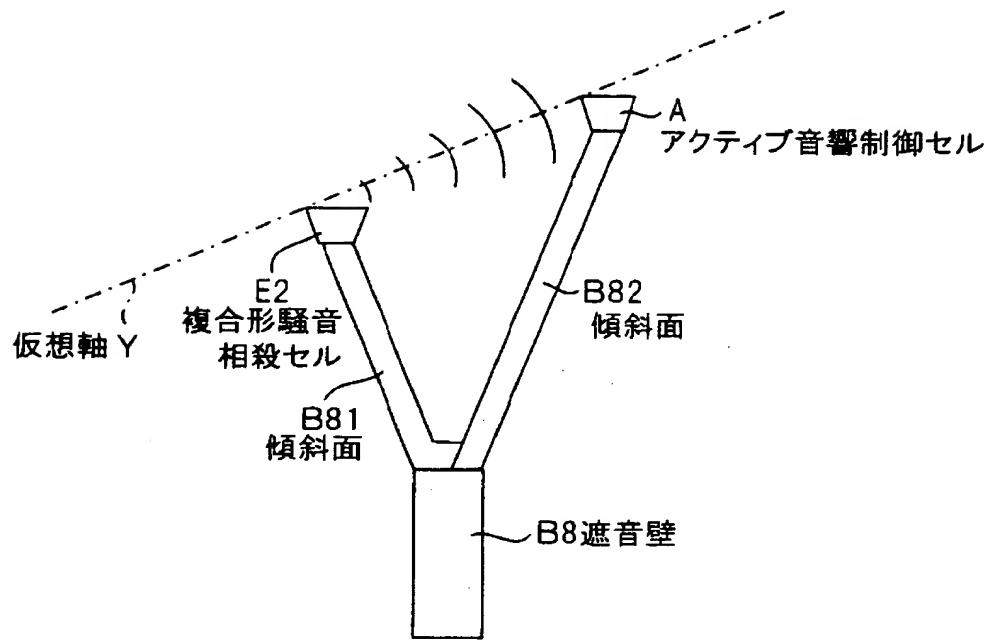
【図22】



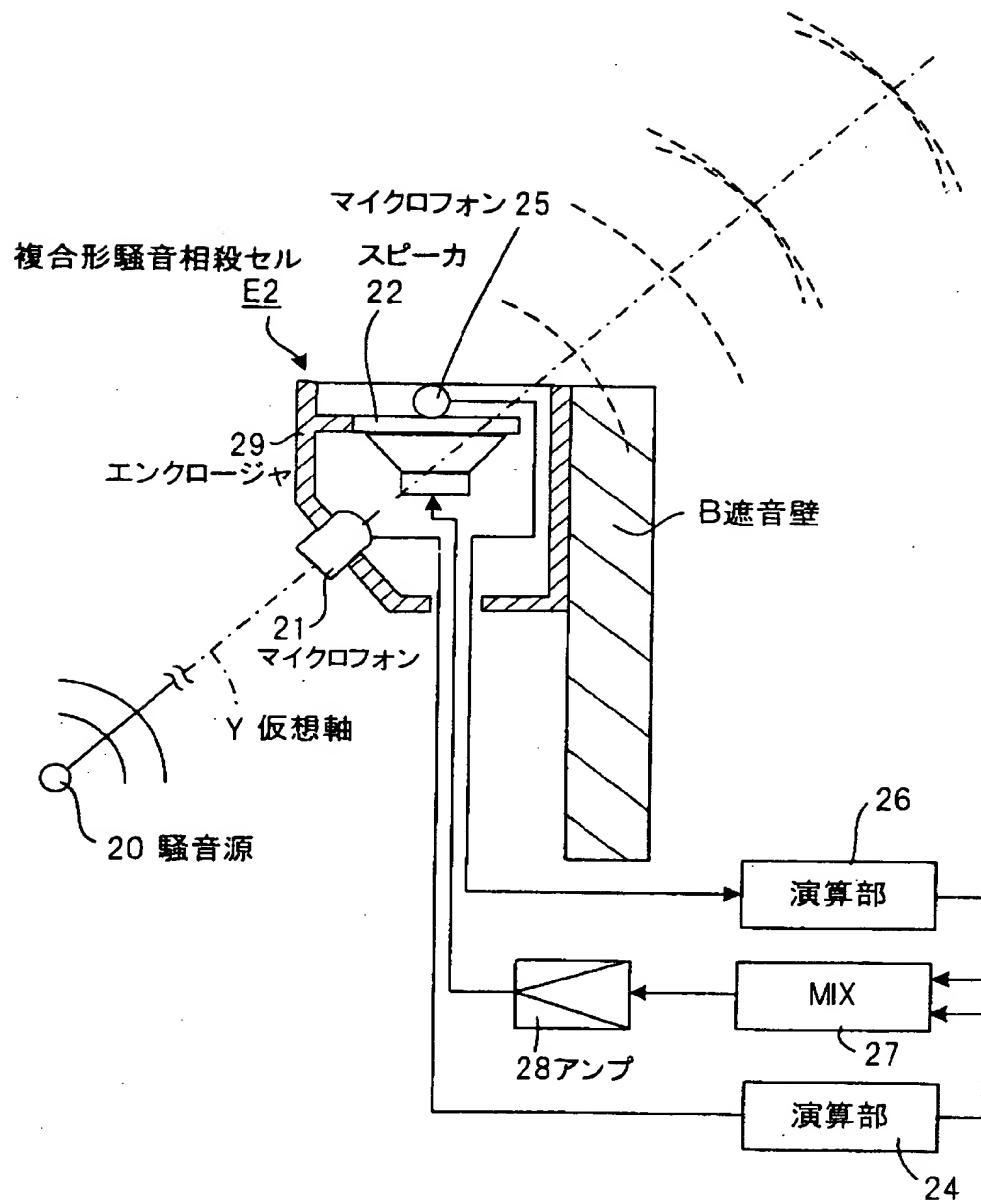
【図23】



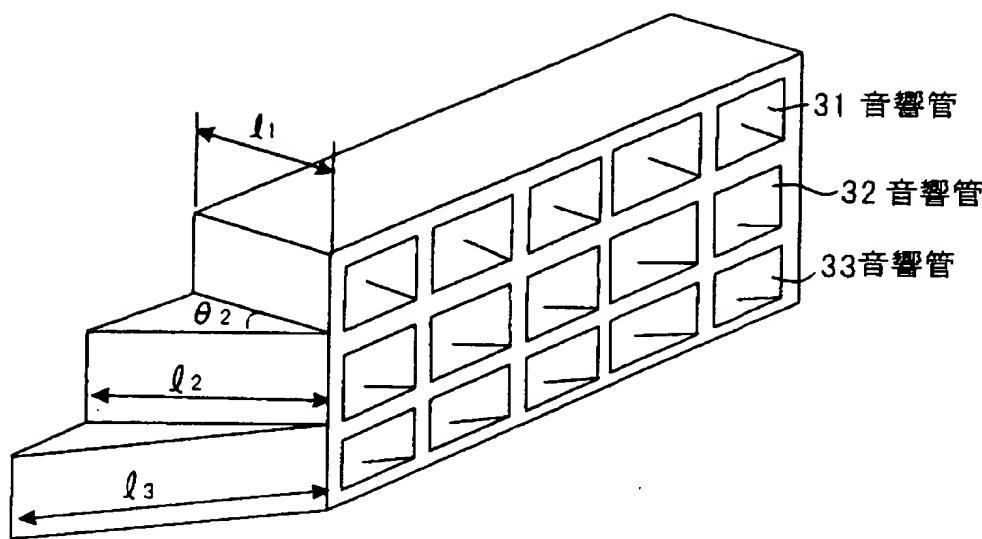
【図24】



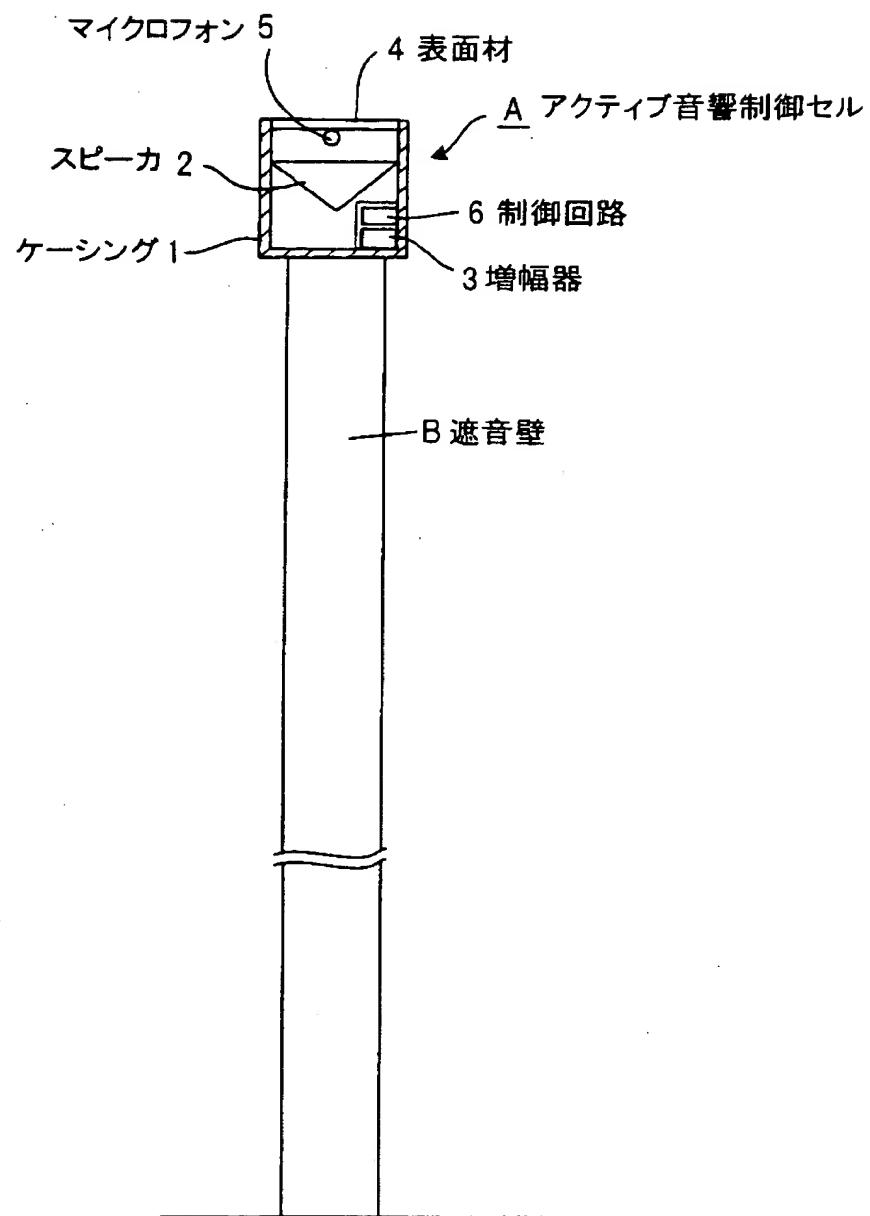
【図25】



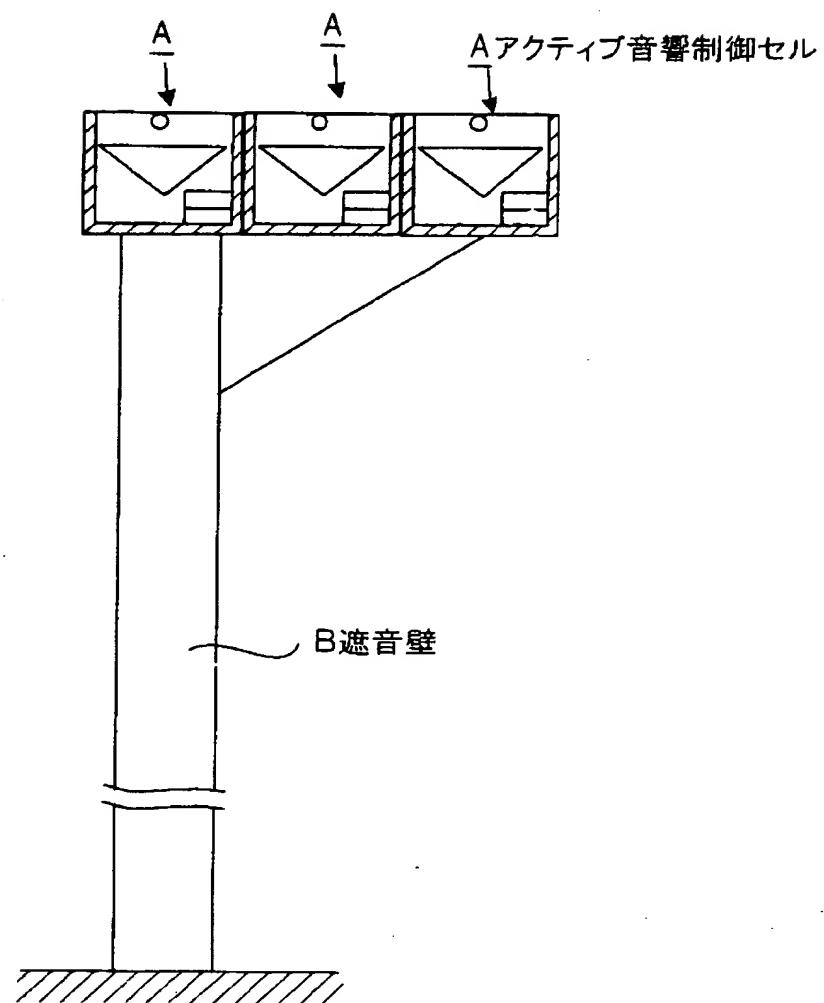
【図26】



【図27】



【図28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 多くの周波数成分を含む騒音を効果的に低減し得るアクティブ遮音壁を提供する。

【解決手段】 到来騒音の当該部分における回折音圧成分を能動的に低減するよう制御するアクティブ音響制御セルA1と、このアクティブ音響制御セルA1と異なる周波数の音波を減音する音響管D1とを組み合わせてなるアクティブ減音装置C1を遮音壁B1の上端面に配設したものである。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006208]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

氏 名 三菱重工業株式会社